

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ «МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
ВСІХ ФОРМ НАВЧАННЯ

Луцьк, 2023

УДК 502/504]-047.36
М54

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів технічних спеціальностей всіх форм навчання / уклад. О.П. Богомаз. – Луцьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2023. – 77 с.

У методичних вказівках наведено теоретичний матеріал, методики розрахунків, довідкові дані, список літератури, різні варіанти завдань, які виконуються студентами індивідуально.

Укладач: Ольга БОГОМАЗ, д-р. філ., доц. каф. ПД

Рецензент: В'ячеслав КАУЛІН, доц., к.т.н., доц. каф. ХТХМ

Відповідальний за випуск: Віктор КОСТЕНКО, проф., д.т.н., зав.каф. ПД

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ,
протокол № 8 від 30.05.2023 р.

Розглянуто на засіданні кафедри природоохоронної діяльності,
протокол №11 від 22.05.2023

© ДонНТУ, Богомаз О.П.,
2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КОНТРОЛЬ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. МЕТОДИКА ВІДБОРУ ПРОБ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ.....	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ОБ'ЄКТІВ СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЕКОЛОГІЧНОМУ МОНІТОРИНГУ.....	9
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ. РОЗРАХУНОК ГЛОБАЛЬНОГО ЦИКЛУ ПЕРЕНЕСЕННЯ ЗАБРУДНЮВАЧА.....	18
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ. ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	24
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ. АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ДЖЕРЕЛ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	29
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ. СКЛАДАННЯ ПРІОРИТЕТНОГО СПИСКУ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ КОНТРОЛЮ В АТМОСФЕРІ.....	34
ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ. АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ЗОСЕРЕДЖЕНИХ ТА ДИФУЗНИХ ДЖЕРЕЛ СКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ.....	44
ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ. ПРОВЕДЕННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА МОРФОМЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВОДОСХОВИЩ, ЇХ СТАНОМ ТА РЕЖИМОМ ВИКОРИСТАННЯ.....	49
ПРАКТИЧНА РОБОТА №9 МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ. ОЦІНКА СТУПЕНЯ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ.....	55
ПРАКТИЧНА РОБОТА №10 МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОЮ ВОДОЙМ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ.....	60
ПРАКТИЧНА РОБОТА №11 МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ. АЛГОРИТМ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ.....	64
ПРАКТИЧНА РОБОТА №12 БІОІНДИКАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА.....	68
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	75

ВСТУП

Моніторинг довкілля – дисципліна, яка формує у студентів систему знань, необхідних майбутнім спеціалістам для організації своєї професійної діяльності в галузі контролю, оцінки стану навколишнього середовища та прогнозу його зміни у майбутньому.

Навчальним планом та робочою програмою дисципліни «Моніторинг довкілля» передбачено виконання студентами практичних робіт.

Виконання практичних робіт є важливою складовою дисципліни. Для глибшого засвоєння розділів навчальної дисципліни студенти на конкретних прикладах оцінюють антропогенне навантаження на об'єкти довкілля, знайомляться з нормуванням забруднюючих речовин та алгоритмами проведення моніторингу компонентів довкілля, освоюють методику проведення відповідних розрахунків. Практичні завдання є індивідуальними та варіативними.

Виконання практичних занять дозволять студенту отримати необхідні знання та вміння щодо:

- визначення пріоритетного списку шкідливих домішок, що підлягають контролю в атмосфері;
- розрахунку глобального циклу перенесення забруднень;
- планування проведення спостережень за станом атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтів;
- проведення інвентаризації джерел забруднень;
- правильності відбору проб та їх підготовки для подальших досліджень.

Дані методичні вказівки пропонується використовувати для виконання практичних занять студентами з дисципліни «Моніторинг довкілля», яка викладається на кафедрі Природоохоронної діяльності.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КОНТРОЛЬ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. МЕТОДИКА ВІДБОРУ ПРОБ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ

Мета роботи: ознайомитися з основними поняттями, правилами, обладнанням та вимогами при відборі проб, підготовці проб різних об'єктів, матеріалів до аналізу.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання якісно-кількісного аналізу при моніторингу (фізико-хімічному, біологічному) полягає у визначенні змісту елемента, речовини, живого організму, різного об'єкта навколишнього природно-техногенного середовища. Головна вимога до аналізу – отримання результатів, близьких до справжніх. Це можливо при правильному виконанні всіх операцій (етапів) аналізу. Будь-яке аналітичний аналіз включає етапи:

1) **відбір проби;**

2) **пробопідготовка**, яка складається з попередньої та остаточної стадії, наприклад, стадії подрібнення, усереднення, скорочення проби та стадії розтину її, поділу (очищення) та концентрування речовини;

3) **аналіз** за допомогою фізико-хімічного, біологічного чи іншого методу (наприклад, при хімічному аналізі вимірювання аналітичного сигналу як функції змісту в пробі визначуваного компонента);

4) **статистична обробка результатів аналізу.**

Комплекс операцій на етапах відбору та підготовки проби називається **опробуванням**. Кожен етап несе у собі похибки аналізу. Загальна (сумарна) похибка результатів аналізу дорівнює сумі похибок на кожному етапі аналізу.

Проба – це частина досліджуваного об'єкта навколишнього середовища (повітря, вода, ґрунт, рослина, донні опади, сніговий покрив, біота та ін.) або матеріалу (корисна копалина, технологічна сировина, продукція та ін.), взята для аналізу.

Проба повинна бути репрезентативною, тобто склад проби та всієї партії (сировини, продукції, ґрунту, води тощо) досліджуваного об'єкта повинен бути ідентичними.

За своїм складом проби можуть бути **однорідними** та **неоднорідними**, що відображає рівномірність розподілу визначених компонентів в об'єкті аналізу. При відборі проб однорідного матеріалу, такого як газу, рідини, однорідні суміші достатньо взяти в будь-якому місці партії будь-яку кількість матеріалу та провести аналіз. Більшість об'єктів сильно відрізняється за своєю однорідності (гірські породи, корисні копалини, продукти та відходи різних виробництв, повітря, природні та стічні води, ґрунти, с.-г. культури, біологічні та медичні об'єкти, їжа, ліки тощо). Важливими показниками проби є її **розмір, стабільність та ціна**.

Відповідність складу проби та досліджуваного об'єкта визначає якість проби, яка залежить від складу та гомогенності об'єкта, розмірів об'єкта та проби, обраного методу пробовідбору, числа відібраних проб, розкладання або забруднення їх, методу пробопідготовки (гомогенізація, зменшення розміру). Умови зберігання та правильне маркування проб впливають на ідентичність визначених складів. Проба повинна зберігати властивості об'єкта, тобто бути представницькою. Тому від пробовідбору залежатиме її якісна відповідність аналізованому об'єкту.

На вигляд проба буває:

1. **Точкова** (або разова, одинична, приватна) проба – це частина об'єкта, матеріалу, яку відбирають за один прийом, за одну операцію з різних точок об'єкта, партії, шарів у певний момент часу. Вона характеризує якість об'єкта, дослідного матеріалу в одному місці, часу чи певному рівні.

2. **Генеральна** (або об'єднана, сумарна, вихідна, первинна, початкова, загальна) проба – це об'єднання необхідної кількості (n) точкових проб. Вона характеризує даний об'єкт, партію матеріалу.

3. **Проміжна середня** проба – це проба, отримана з генеральної проби шляхом її обробки методами дроблення, перемішування, скорочення.

4. **Готова** (або середня, скорочена, товарна) проба – це оброблена, зменшена за масою генеральна проба.

5. **Лабораторна** (паспортна, сертифікатна) проба – це кінцева проміжна, скорочена генеральна, готова проба, яка відібрана для лабораторного аналізу.

6. **Контрольна** (арбітражна, архівна, резервна, дублікатна) проба – це лабораторна проба, яку зберігають для повторних, контрольних аналізів.

Пробовідбір – це така процедура (операція), за якої відбувається відбір достатньої кількості представницької частини досліджуваного об'єкта (матеріалу), склад та властивості якого ідентичні складу та властивостям об'єкта як цілого.

Універсальних правил однаково придатних для різних матеріалів та об'єктів немає. Методи відбору проб дуже різноманітні залежно від агрегатного стану (гази, рідини, тверді) матеріалу, характеру матеріалу (кусовий, сипкий, метали, шлаки, технологічні розчини, відходи, напіврідкі матеріали та ін.), ступеня його однорідності та упакування. Методи пробовідбору також залежать від завдання аналізу, яке може полягати у визначенні середнього змісту одного або кількох компонентів в об'ємі об'єкта, встановленні розподілу компонентів у просторі по поверхні, по глибині шару, або в часі, наприклад, у технологічному процесі, при викидах газопилових потоків в атмосферу.

Регламент методики пробовідбору, тобто конкретні операції та їх кількість, залежить від вимог щодо правдивості (точності) встановлення складу об'єкта аналізу, а також від виду інших випробувань, від технологічних, біологічних та ін. При взятті проби для кожного конкретного матеріалу (повітря, вода, ґрунти) розроблені правила або методики відбору проби. Вони включають спосіб відбору, вид пробовідбірника, глибину його

занурення, кількість точок відбору, розмір проб та інші умови, викладені у відповідних ДСТУ, ТУ, нормативних документах, тобто відбір проб проводиться у точній відповідності до зазначених стандартів.

Методики відбору проб характеризуються такими властивостями:

1. **Спосіб відбору** може бути – **спосіб квадрата**, коли об'єкт (грунт, донні опади, руда та ін.) геометрично ділять на квадрати і проби відбирають по кутах квадрата, в центрі його, по діагоналі; **спосіб вичерпування** зі штабеля, відвалу, коли всю поверхню матеріалу розбивають на ділянки взаємно перпендикулярними лініями, а число ділянок визначають за кількістю проб. У кожній точці лопатою, совком або щупом вибирають порцію проби на глибині 0,5-0,7 м. При відборі проб з вагонів відбирають по одній пробі з кожного вагона за схемою, де номер точки відповідає номеру вагона; **спосіб фракційного відбору**, коли в пробу відбирають кожну n лопату або совок, де n – кратність проби, що відбирається, наприклад, кожна десята. Можливий фракційний відбір через певні проміжки часу. **Спосіб аспіраційний або вакуумний** полягає в протягуванні (аспірації) або надходженні газу, повітря в поглинальні системи. Будь-який спосіб відбору повинен забезпечувати випадковість вибірки, яка дозволить отримати представницьку пробу.

2. **Засоби відбору** визначаються природою об'єкта. Це – лопати, бутлі, совки, різні поглиначі, фільтри, батометри для відбору води, донних опадів і т. і. Наприклад, для відбору сипучих матеріалів застосовують щупи у вигляді металевого вузького жолоба, загостреного з одного кінця, що має держак на іншому кінці.

3. **Види відбору** можуть бути разовими (періодичними, нерегулярними), систематичними (серійні, регулярні), зональними (в різних місцях), сезонними (в різний час), синхронними (одночасними).

4. **Робочий план відбору**, який характеризує умови відбору проби і детально викладається в протоколі (акті) відбору проб та підписується виконавцями.

З відібраних в необхідній кількості точкових проб складають шляхом їх усереднення генеральну пробу, що характеризує даний об'єкт, партію матеріалів і т. д. Вельми велика за масою і неоднорідна за складом генеральна проба вимагає попередньої підготовки проби.

Пробопідготовка – це сукупність операцій (етапів) оброблення проби для аналізу. Мета оброблення (пробопідготовки) – подрібнити і скоротити пробу до певної маси і гранулометричного складу й водночас зберегти в кінцевій пробі (лабораторної) зміст всіх визначених компонентів, що дорівнює вмісту їх як у генеральній пробі, так і у всій партії аналізованого матеріалу.

Методика пробопідготовки до аналізу включає наступні етапи:

1. **Просушування** проби в умовах, що враховують властивості визначених компонентів.

2. **Подрібнення** проби різними методами: гуркіт, дроблення, струшування, розсіювання, розтирання за допомогою різного обладнання (сита, дробарки, гуркоти, млини, ступки, міксери та ін.).

3. **Перемішування** проби різними способами: ручне перелопачування; в змішувачах; спосіб кільця-конуса, що полягає в перекиданні матеріалу з кільця до його центру; спосіб перекочування матеріалу з одного кута в інший, наприклад, на папері, тканині, брезенті та ін.

4. **Скорочення** проби за допомогою спеціальних пристроїв-дільників різних конструкцій або ручним способом. Скорочення – це відбір проби від проби. Найбільш поширеним способом скорочення проб являє собою ручний спосіб квартування (або квадратування). Пробу, насипану в купу у формі конуса, розплющують у диск рівномірної товщини. Диск ділять на чотири рівні сектора двома взаємно перпендикулярними діаметрами. Два протилежних сектора відкидають, а що залишилися перемішують і скорочують за цією ж схемою до необхідної кількості. Цей спосіб застосовують при підготовці ґрунтів, руди та інших об'єктів.

Приклад акту відбору проби
ЛАБОРАТОРІЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ "ДОНЕЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

Акт

відбору проб _____ на вміст важких металів
 (назва об'єкту)

1. Місце відбору _____
 (загальна характеристика підприємства, цех, відстійник, водоймище)
2. Час та місце відбору _____
3. ДСТУ для відбору _____
4. Характеристика проби _____
5. Умови відбору _____
 (характеристика навколишнього середовища, рельєф місцевості та ін.)
6. Вид проби _____
 (Точкова, об'єднана, змішана)
7. Загальний обсяг, маса проби _____
8. Глибина, умови відбору _____
9. Пробу відібрав (виконавець) _____
10. Представники підприємства, замовників _____

Виконавець
 Завідувач лабораторією
 «__» _____ 20__ р.

ПІБ
 ПІБ

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Письмово дати відповіді на питання.

1. Назвіть основні етапи аналітичного визначення.
2. Що таке опробування?
3. Що являє собою сумарна похибка результатів вимірювання?
4. Що таке проба?
5. Назвіть основні характеристики проби.
6. Які бувають види проб?
7. Що таке пробовідбір?
8. Які бувають методи відбору проб?
9. Назвіть основні етапи методики відбору проб.
10. Що вказується в акті відбору проб?
11. Що таке пробопідготовка (розробка)?
12. Назвіть основні етапи методики пробопідготовки.
13. Відбір проб повітря (гази, аерозолі, пил).
14. Відбір проб води.
15. Відбір проб ґрунту та рослин.

Література [8-12].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ОБ'ЄКТІВ СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЕКОЛОГІЧНОМУ МОНІТОРИНГУ

Мета роботи: ознайомитися з основними методами аналізу та засобами контролю об'єктів та їх властивостей.

2.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Методи аналізу та засоби контролю об'єктів середовища при екологічному моніторингу

На етапі аналізу об'єктів середовища при визначенні в них елементів, речовин, організмів, фізичних властивостей тіл застосовуються різні методи аналізу (або методи визначення).

Метод аналізу (або метод визначення) – це якісно-кількісне визначення (ідентифікація) елемента, речовини, об'єкта, тіла за їх характерними, індивідуальними фізичними, хімічними, фізико-хімічними, біологічними властивостями.

Багато властивостей елементів, речовин використовуються для отримання сигналів, за якими визначають дані компоненти.

Якісний аналіз – це ідентифікація даного елемента, речовини, об'єкта за їх характерними, індивідуальними ознаками.

Кількісний аналіз – це визначення кількості елемента, речовини, об'єкта шляхом вимірювання величини сигналу від вмісту компонента, що визначається. Співвідношення між складом і його властивістю встановлюють у вигляді калібрувального графіка, за яким знаходять невідомі кількості.

Залежно від властивості елемента, речовини, об'єкта, що визначається існують **фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біохімічні, біологічні** методи аналізу.

Наприклад, до фізико-хімічного методу відноситься визначення випромінювання елементів, молекул, а до біологічного – метод визначення сірководню в повітрі по зміні інтенсивності світіння бактерій.

Фізичні та фізико-хімічні методи аналізу називаються ще інструментальними, тому що вони засновані на застосуванні інструментів, приладів, для вимірювань, які називають засобами вимірювань.

Головними властивостями методів аналізу, що враховуються при їх виборі, є:

1. **Чутливість** (межа виявлення, діапазон змісту) методу – найменший сигнал, який може бути прийнятий даним методом. Чутливість методу тим вище, чим менше та кількість компонента, від якого вдається прийняти сигнал. Зазвичай вибирають метод, чутливість якого в 10-15 разів перевищує вміст елемента та речовини, що вимірюється. Чутливість методу можна підвищити шляхом концентрування проби. З чутливістю пов'язаний такий параметр як **межа виявлення** – це найменша концентрація, при якій зникає аналітичний сигнал.

2. **Точність методу** – його здатність забезпечити пряме і специфічне вимірювання аналітичного сигналу компонента, що визначається, з хорошою відтворюваністю результатів аналізу.

3. **Продуктивність** – можливість просто, швидко, точно проводити аналіз.

4. **Автоматизація** – самокерованість аналізу.

5. **Вартість** методу і його приладу.

Фізичні методи аналізу (енергетичні)

1. **Методи вимірювання шуму** засновані на фіксуванні звукового тиску і перетворенні звукового коливання повітряного середовища в електричний сигнал. Основні засоби вимірювання (прилади) – ревербераційна і звукомірна камера, шумоміри, мікрофони, аналізатори спектра, магнітофонна техніка, радіотехнічна апаратура, акустичні фільтри, які характеризуються чутливістю, частотною залежністю, динамічним діапазоном, спрямованістю. Для вимірювання рівнів гучності шуму і порівнянні з ГДР використовуються шумоміри різних марок ("Шум-1"; ВШВ-0,3; RFT-00014; та ін.).

2. **Методи вимірювання вібрації** засновані на вимірюванні параметрів віброшвидкості, віброприскорення, амплітуд, частот і фаз, переміщень за допомогою віброметрів, акселерометрів.

3. Методи вимірювання ІЧ-випромінювання засновані на перетворенні теплової електромагнітної енергії фотоприймачами з чутливими елементами в сигнал, який визначається детектором. Залежно від способу перетворення енергії ІЧ-випромінювання приймачі бувають теплові (зміна температури термочутливого елемента в таких приладах як болометри, калориметри, термоелементи), фотоелектричні (поява електричного струму або напруги в таких приладах як фотоприймачі різних конструкцій, електронно-оптичні перетворювачі, тепловізори), люмінесцентні (поява люмінесценції). Для аерокосмічного моніторингу стану навколишнього середовища широке застосування знайшли тепловізори в поєднанні з апаратурою видимого та УФ-діапазонів.

4. Методи вимірювання УФ-випромінювання засновані на реєстрації УФ-квантів різними приймачами видимого та УФ світла. Найчастіше це фотоматеріали на основі срібла. Широко застосовуються фотоелектричні приймачі, що використовують явища фотоефекту, іонізації, електронної емісії: фотоелементи (ФЕ), фотоелектронні помножувачі (ФЕУ), іонізаційні камери, лічильники фотонів, електронно-оптичні перетворювачі (ЕОП), фотоелектричні методи реєстрації оптичного випромінювання.

5. Методи вимірювання електромагнітних полів (ЕМП) засновані на вимірюванні потоку енергії електромагнітних коливань. В залежності від типу поля (електростатичне, магнітостатичне, змінних низьких, промислових радіочастот та ін.) вибирається метод вимірювань і тип приладу.

6. Методи вимірювання іонізуючого випромінювання засновані на здатності альфа, бета - частинок і гамма - квантів іонізувати молекули газів з подальшою реєстрацією електричного струму, що утворюється. Найбільш відомі прилади – газорозрядні лічильники Гейгера-Мюллера (для електронів і альфа-частинок), сцинтиляційні лічильники (для нейтронів і гамма-квантів), камера Вільсона (для заряджених частинок).

7. Ядерно-фізичні методи (радіоізотопний, радіоактивний) призначені для визначення радіоактивних елементів за допомогою альфа, бета, гама - спектрометрії на багатоканальних спектрометрах.

8. Нейтронно-активаційний метод дозволяє визначати важкі метали шляхом опромінення їх нейтронами і подальшого вимірювання рівнів випромінювання. Метод чутливий, автоматизована апаратура складається з високоефективних детекторів та багатоканальних аналізаторів.

Хімічні методи аналізу

1. Ваговий (гравіметричний) призначений для визначення маси і процентного вмісту елемента, іона, речовини за допомогою зважування на технічних або аналітичних вагах.

2. Титриметричний (об'ємний) метод відрізняється швидкістю, простотою, точністю, суть якого полягає у вимірюванні обсягів як речовини, так і використовуваного при визначенні реагенту в спеціальних титриметричних скляних бюретках. Метод включає чотири групи: **кислотно-основне титрування** реакції нейтралізації. Точку еквівалентності фіксують

за допомогою індикатора, який змінює своє забарвлення в залежності від рН середовища; **метод осадження** заснований на утворенні осаду, за яким визначають точку еквівалентності; **метод окиснення-відновлення** використовує відповідні реакції між речовиною, що визначається та речовиною робочого розчину. Відома іодо -, хромато -, перманганатометрія для визначення катіонів і іонів; **методи комплексоутворення** визначають катіони та аніони, що здатні утворювати малодисоційовані комплекси.

3. **Тест-методи** – це експресні, прості, дешеві, легко здійсненні прийоми виявлення та визначення речовин, зазвичай не вимагають істотної підготовки проби, використання складних приладів, складного лабораторного обладнання та навченого персоналу. Принцип їх роботи заснований на використанні відомих хімічних реакцій і реагентів в умовах і в формі, що забезпечують візуальний і легко вимірюваний ефект, найчастіше – колір та інтенсивність фарбування паперу або довжина пофарбованої частини індикаторної трубки.

Фізико-хімічні методи аналізу

1. **Спектрофотометричні методи** засновані на здатності речовин поглинати видиму, УФ (ультрафіолетову), ІЧ (інфрачервону) частини спектра. Може бути метод візуальної колориметрії, коли досліджуваний розчин порівнюють зі стандартною шкалою. Наприклад, визначення кольоровості води за хромато-кобальтової шкалою зі стандартними розчинами. Точні кількісні визначення можливі на приладах спектрофотоколориметрах (ФЕК), спектрофотометрах за допомогою попередньо побудованої калібрувальної залежності в координатах «оптична щільність – концентрація».

2. **Оптичні люмінесцентні (люмінесцентний, хемілюмінесцентний, кріолюмінесцентний), флуоресцентні, рентгенофлуоресцентний аналіз (РФА) методи** засновані на здатності елементів, речовин випромінювати спектр різної довжини хвилі, за інтенсивністю якого судять про концентрацію обумовлених компонентів. Вимірювання проводять на спектрофлуориметрах.

3. **Хроматографічний метод** заснований на попередньому поділі речовин за допомогою тонкошарової, колонкової, газової, рідинної, газорідинної, вискоєфективної рідинної хроматографії (ТШХ, ЖХ, ГХ, ГРХ, верх) з подальшою ідентифікацією виділеної речовини різними фізико-хімічними методами. Вимірювання проводять на спеціальному обладнанні – хроматографах.

4. **Електрохімічні (полярографічний, потенціометричний, кулонометричний) методи** засновані на вимірі потенціалу іонізації речовин, за величиною якого ідентифікують речовини. Існує великий набір вимірювальних приладів – полярографи, кулономіри, потенціометри.

5. **Атомно-абсорбційний і атомно-адсорбційні методи** високочутливі для визначення різних елементів, особливо важких металів, засновані на здатності речовин випромінювати або поглинати світло.

6. **Хромато-мас-спектрометричний метод** заснований на поділі речовин, руйнуванні їх на осколки з подальшою ідентифікацією. Відрізняється високою чутливістю, застосовуються при визначенні ПАВ, діоксинів, хлорорганічних сполук, включаючи діоксини, біомолекули.

Біохімічні та біологічні методи аналізу

1. **Ферментативні та імунохімічні методи** засновані на проведенні біохімічних реакцій, мають високу чутливість, легкість, специфічність. Наприклад, відомий метод визначення фенолів за допомогою ферменту пероксидази. Імунохімічні методи засновані на отриманні антитіл на певні високотоксичні забруднювачі.

2. **Біологічні методи** полягають в контролі реакції біосистеми (клітина, гідробіонти, рослини, тварини) на компонент, що визначається. Відомі методи:

– **Біоіндикація** – метод оцінки абіотичних і біотичних факторів середовища існування за допомогою біологічних об'єктів та їх систем. Організми, популяції або їх спільноти, властивості та функції яких корелюють з певними факторами середовища і можуть застосовуватися для їх оцінки називаються **біоіндикаторами або біомоніторами**.

– **Біотестування** – метод активного моніторингу середовища проживання за допомогою тест-об'єктів в штучних, лабораторних умовах.

– **Тест-об'єкти** – живі організми або їх спільноти, що виділені в лабораторні культури, за реакціями яких отримують інтегральну оцінку токсичності об'єктів навколишнього середовища. Біотестування доповнює аналітичні та апаратні методи моніторингу природного середовища якісно новими біологічними показниками, тому що результати визначення концентрації токсикантів мають відносну цінність. Важливими є не рівні забруднення, а біологічні ефекти, що викликані ними.

– **Екотоксикологія** – новий метод біологічного моніторингу, спрямований на встановлення порогових ефектів токсичного впливу в системах «токсикант – живий організм», «доза – відповідна реакція», «токсикант – екосистема» з метою проведення природоохоронних заходів та забезпечення екологічної безпеки. Головне завдання екотоксикології – визначення дози шкідливої речовини, здатної завдати шкоди живим системам.

– **Моніторинг біорізноманіття** – система спостережень за станом живих організмів (тварини, рослини, мікроорганізми) з метою стеження за станом біоти в природно-техногенних комплексах. Об'єктами біорізноманіття є види, спільноти, популяції, екосистеми, ландшафт, рідкісні види і спільноти. Біорізноманіття визначається на генетичному, видовому, екосистемному рівнях для видів фонових, індикаторних, рідкісних. Фоновими територіями служать Біосферні заповідники (БЗ), що особливо охороняються.

Методи і засоби контролю об'єктів середовища

Для отримання об'єктивної інформації про стан та рівень забруднення різних об'єктів навколишнього середовища необхідно мати надійні засоби та методами контролю. Підвищення ефективності контролю за станом природного середовища може бути досягнуто підвищенням продуктивності, оперативності та регулярності вимірювань, збільшенням масштабності охоплення одночасним контролем; автоматизацією та оптимізацією технічних засобів контролю та самого процесу.

Засоби екологічного спостереження та контролю поділяються на контактні, неконтактні (дистанційні), біологічні, а контрольовані показники – на функціональні (продуктивність, оцінка кругообігу речовин і ін.) і структурні (абсолютні або відносні значення фізичних, хімічних або біологічних параметрів-концентрація забруднюючої речовини, коефіцієнт сумарного забруднення та ін.).

1. Контактні методи контролю стану об'єктів середовища представлені як класичними методами хімічного аналізу, так і сучасними методами інструментального аналізу. Методи класифікують на **фізичні** (рентгеноспектральний аналіз, мас-спектрометрія, магнітна спектроскопія), **фізико-хімічні** (спектральні, електрохімічні, хроматографічні), **хімічні** (гравіметричні, титриметричні).

Найбільш застосовуються спектральні, хроматографічні, електрохімічні методи аналізу об'єктів середовища.

Ефективність будь-якого методу спостережень і контролю за станом об'єктів навколишнього середовища оцінюється сукупністю показників:

- селективністю і точністю визначення;
- відтворюваністю одержуваних результатів;
- чутливістю визначення;
- межами виявлення елемента (речовини);
- експресністю аналізу.

Основною вимогою до обраного методу є його застосовність у широкому інтервалі концентрацій елементів (речовин), що включають як слідові кількості, в незабруднених об'єктах фонових районів, так і високі значення концентрацій в районах технічного впливу.

2. Дистанційні методи контролю. Контактні методи спостережень і контролю за станом природного середовища доповнюються неконтактними (дистанційними), заснованими на використанні двох властивостей зондуючих полів (електромагнітних, акустичних, гравітаційних): здатністю взаємодіяти з контрольованим об'єктом і переносити отриману інформацію до датчика. Зондовані поля володіють широким набором інформативних ознак і різноманітністю ефектів взаємодії з речовиною об'єкта контролю. Принцип функціонування засобів неконтактного контролю умовно поділяють на пасивні та активні. У першому випадку здійснюється прийом зондуючого поля, що виходить від самого об'єкта контролю, у другому – проводиться прийом відбитих зондуючих полів, створених джерелом.

Неконтактні методи спостереження і контролю представлені двома основними групами методів: аерокосмічними та геофізичними.

Основними видами аерокосмічних методів дослідження є оптична фотозйомка, телевізійна, інфрачервона, радіотеплова, радіолокаційна, радарна та багатозональна зйомка. Неконтактний контроль атмосфери здійснюється за допомогою радіоакустичних та лідарних (лазерних) методів.

Геофізичні методи досліджень застосовуються для вивчення складу, будови та стану масивів гірських порід, в межах яких можуть розвиватися ті чи інші небезпечні геологічні процеси. До них відносяться: магніторозвідка, електророзвідка, сейсморозвідка, візуальна зйомка (фото-, теле-), ядерна геофізика, сейсмічні та геоакустичні та інші методи.

У програму наземних інструментальних геофізичних спостережень в системі моніторингу включаються:

- райони розміщення дорогих, відповідальних і особливо небезпечних об'єктів промислового та цивільного будівництва;
- промислові зони, в яких ведеться видобуток корисних копалин, відкачування (закачування) підземних вод, розсолів (промислових стоків), місця складування відходів;
- території, зайняті паливно-енергетичними комплексами;
- території з мутьдами осідання земної поверхні;
- території зайняті промисловими підприємствами, на яких виконуються прецизійні роботи в різних сферах виробничої діяльності;
- території з несприятливою і напруженою екологічною обстановкою;
- території розташування унікальних архітектурних споруд та історичних пам'яток.

Основним видом безпосереднього вивчення небезпечних геологічних процесів і явищ є комплексна інженерно-геологічна зйомка (ІГЗ). Методи отримання інженерно-геологічної інформації в ході зйомки добре розроблені і включають в себе комплекс підготовчих, польових, лабораторних досліджень. В ході ІГЗ польове вивчення базується на традиційних маршрутах геологічних, топографо-геодезичних і ландшафтно-індикаційних дослідженнях, гірничопрохідницьких і бурових розвідувальних роботах, польовому випробуванні гірських порід, динамічному і статичному зондуванні і т. ін. в цей комплекс робіт включаються і спеціальні аерокосмічні, геофізичні, математичні, геодезичні, гідрогеологічні спостереження.

3. Біологічні методи контролю. Оцінка екологічної ситуації на території в ході формування ефективної системи державного екологічного моніторингу неможлива без використання методів біодіагностики якості навколишнього середовища. Оцінювати якість навколишнього середовища необхідно з метою:

- визначення стану природних ресурсів;
- розробки стратегії раціонального використання регіону;
- визначення гранично допустимих навантажень для будь-якого регіону;

- вирішення долі районів інтенсивного промислового та сільськогосподарського використання, забруднених територій і т. д.;
- вирішення питання про будівництво, запуск або зупинку певного підприємства;
- оцінки ефективності природоохоронних заходів, введення очисних споруд, модернізації виробництва і т. ін.;
- введення нових хімікатів та обладнання;
- створення рекреаційних і заповідних територій.

Жодне з цих питань не може бути об'єктивно вирішене лише на рівні розгляду формальних показників, а потребує проведення спеціальної різнобічної оцінки якості середовища проживання, тобто необхідна інтегральна характеристика її стану, біологічна оцінка.

Методи біоіндикації засновані на спостереженнях окремих організмів, популяції або спільнот організмів в природному середовищі існування з метою визначення за їх реакцій (змін) якості навколишнього середовища. В сільському господарстві широко застосовується метод біоіндикації для діагностики харчування сільськогосподарських культур. Даний метод візуальної біоіндикації заснований на вивченні зовнішніх ознак фіто- та біоценозів, які відображають якісні зміни середовища проживання. В якості ознак для візуальної біоіндикації використовується зовнішній вигляд рослин. Таких ознак, пов'язаних з порушенням живлення рослин, безліч, зокрема: уповільнення росту стебел, гілок і коренів; пожовтіння; буріння; загинання листя; «крайові опіки»; утворення гнилі; одеревування стебел та ін.

Для цілей біоіндикації якості навколишнього середовища можуть застосовуватися популяційні та екосистемні критерії, які характеризуються показниками: чисельності та біомаси окремих видів; співвідношенням у спільнотах різних видів, їх розподіл за кількістю тощо.

Відомі патолого-анатомічні та гістологічні, ембріональні, гістологічні, генетичні, імунологічні методи біоіндикації.

Методи біотестування – спосіб інтегральної оцінки токсичності забруднень, що вже досить давно використовується в системі моніторингу якості навколишнього середовища за кордоном і починає застосовуватися в нашій країні. Аргументами на користь доцільності використання підходів біотестування якості навколишнього середовища є їх універсальність, експресність, простота, доступність та дешевизна. Висока чутливість тест-організмів до дії забруднюючих речовин привела ряд фахівців навіть до ідеї про можливість повної заміни всіх гігієнічних нормативів єдиним критерієм якісної оцінки навколишнього середовища на основі біотестування. Це визначило необхідність вивчення ефективності останнього. Зокрема, для виявлення залпових скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти та особливо з метою виявлення різких змін якості питної води біотестування має значення як сигнальний показник експрес-контролю, що дозволяє вже протягом однієї години отримати дані інтегральної оцінки токсичності води та вжити необхідних заходів для захисту населення, в той час як органолептичні властивості води можуть залишатися без зміни, а на

ідентифікацію речовин, що надійшли у воду, хімічними методами потрібно кілька годин і навіть доба.

В даний час особлива увага приділяється прийомам токсикологічного біотестування, тобто використання в контрольованих умовах біологічних об'єктів в якості засобу виявлення сумарної токсичності води. Тривалість біотестування залежить від завдання, поставленого дослідником. Існують наступні види біотестів:

- гострі біотести (acute tests), що виконуються на різних тестоб'єктах за показниками виживаності, тривають від декількох хвилин до 24-96 год;
- короткострокові (short-term chronic tests) хронічні тести, що тривають протягом семи діб і закінчуються, як правило, після отримання першого покоління тест-об'єктів;
- хронічні тести (chronic tests), поширюються на загальну плодючість ракоподібних, охоплюючи три покоління.

Генетично однорідні культури тест-об'єктів (водних безхребетних і водоростей) можна отримати в спеціалізованих наукових установах, акредитованих в системі сертифікації на проведення аналізів з використанням необхідного тест-об'єкта.

2.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Письмово дати відповіді на питання.

1. Що таке метод аналізу (або визначення)?
2. Що таке якісний і кількісний аналіз?
3. Які методи аналізу бувають?
4. Які методи називаються інструментальними?
5. Що таке засоби вимірювання?
6. Перерахуйте головні властивості методів аналізу.
7. Назвіть основні фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біохімічні та біологічні методи аналізу, їх суть і засоби вимірювання.
8. Що таке тест-методи, їх переваги та недоліки?
9. У чому схожість і відмінність методів – біоіндикація, біотестування, екотоксикологія, моніторинг біорізноманіття?
10. Біоіндикація і біотестування відносять до диференціальних або інтегральних методів діагностики?
11. Які дистанційні методи і з якою метою доцільно застосовувати в екологічному моніторингу?
12. Перерахуйте методи контролю та їх основні властивості?

Література [3-5].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ. РОЗРАХУНОК ГЛОБАЛЬНОГО ЦИКЛУ ПЕРЕНЕСЕННЯ ЗАБРУДНЮВАЧА

Мета роботи: ознайомитися з глобальним циклом перенесення забруднюючих речовин у довкіллі. Навчитися розраховувати зміну маси забруднювача.

3.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Одним з видів моніторингу довкілля є фоновий моніторинг. Фоновий моніторинг є частиною глобального та регіонального моніторингу, мета якого полягає у проведенні довготривалих систематичних спостережень за рівнем вмісту забруднюючих речовин (ЗВ) у всіх об'єктах навколишнього середовища в районах, що знаходяться на значній відстані від джерел антропогенного впливу. Дані, які отримані під час проведення фонового моніторингу, дозволяють виявити глобальні тенденції у змінах, що відбуваються у біосфері.

Поведінка забруднюючих речовин у біосфері по-різному: одні легко вступають у хімічні реакції та активно мігрують у суміжні середовища, інші майже не беруть участь у реакціях, а їх переміщення у біосфері пов'язане з механічним переміщенням (з водою, повітряними масами, з гірськими породами).

Фоновий моніторинг проводять прямими та непрямими методами. Прямі методи полягають у відборі проб середовища та аналітичному визначенні в них конкретних забруднюючих речовин. Непрямі методи засновані на вимірі неспецифічних властивостей середовища, порівнянні даних певним чином підібраних фонових станцій, розрахунку перенесення забруднюючих речовин та ін.

Глобальний цикл перенесення забруднювача можна відобразити у вигляді наступної схеми (рис. 3.1).

Розрахунок зміни маси забруднювача серед x обчислюється за формулами:

$$\Delta m_x = \Delta m_y = m_{xy} \quad (3.1)$$

$$\Delta m_a = (m_{ca} + m_{oa}) - (m_{ac} + m_{ao}) \quad (3.2)$$

$$\Delta m_c = m_{ac} - (m_{ca} + m_{co}) \quad (3.3)$$

$$\Delta m_o = (m_{ao} + m_{co}) - (m_{oa} + m_{od}) \quad (3.4)$$

m_{ca} – маса забруднювача, що переноситься із «суші» в «атмосферу»;

m_{ac} – маса забруднювача, що переноситься з "атмосфери" на "сушу";

m_{oa} – маса забруднювача, що переноситься з «океану» в «атмосферу»;

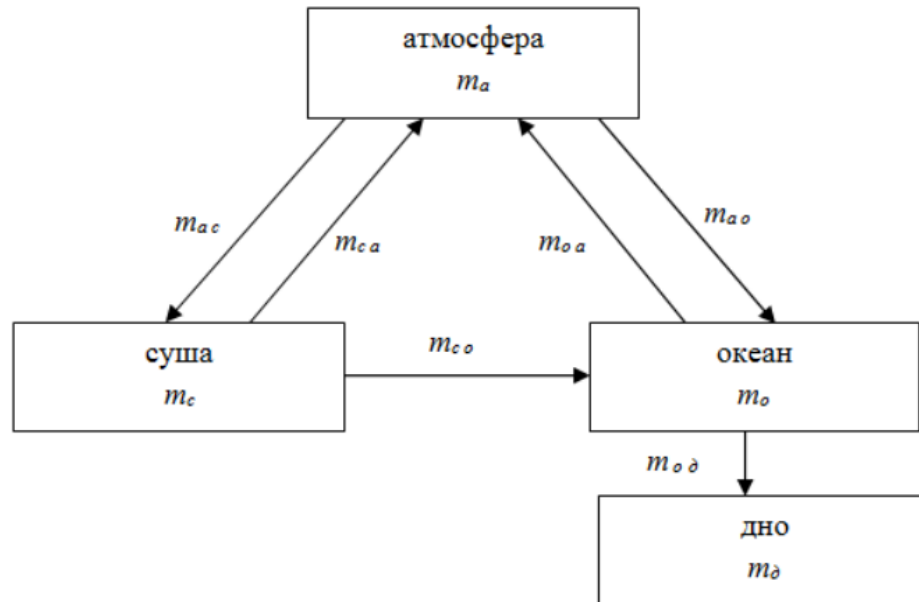
m_{ao} – маса забруднювача, що переноситься з "атмосфери" в "океан";

m_{co} – маса забруднювача, що переноситься з "суші" в "океан";

m_{od} – маса забруднювача, що переноситься з «океану» в «дно».

Для проведення розрахунку глобального циклу перенесення

забруднювача необхідно зібрати вихідні дані про надходження поллютанта у всі середовищі (атмосфера, суша, океан, дно океану), що беруть участь у розрахунку. Ці дані збираються з доступних джерел (звіти з моніторингових досліджень, наукові статті, монографії, результати спеціальних досліджень та ін.). Знайдені значення приймаються за маси забруднювача, які переносяться із середовища x у середу y .



m_x – маса забруднювача серед x ; m_{xy} – маса забруднювача, що переноситься з середовища x в середу y ; Δm_x – зміна маси забруднювача серед x ;
позначення середовищ: а – атмосфера; с – суша; о – океан; д – дно океану
(донні відкладення)

Рисунок 3.1 – Цикл глобального перенесення забруднювачів

У зв'язку з тим, що деякі дані щодо перенесення полютантів виражені у питомих величинах (на одиницю поверхні, одиницю витрати води, одиницю маси та ін.), для розрахунку глобального циклу перенесення забруднювача необхідні додаткові дані, які наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Додаткові дані для розрахунку глобального циклу перенесення забруднювача

Показник	Значення
Площа світового океану	361,3 млн км ² 70,5 % поверхні Землі
Площа Тихого океану	178,7 млн км ²
Обсяг Світового океану	1336 млн км ³
Обсяг Тихого океану	707 млн км ³
Об'єм атмосферних опадів, що випадають на Світовий океан	350·10 ⁶ млн т/рік

Об'єм атмосферних опадів, що випадають на сушу	$99 \cdot 10^6$ млн т/рік
Обсяг материкового стоку у Світовий океан.	$36 \cdot 10^6$ млн т/рік
Обсяг материкового стоку у Тихий океан	$15 \cdot 10^6$ млн т/рік
Середня швидкість накопичення осаду у Світовому океані	1-10 мм/1000 років
Щільність осаду у Світовому океані	$2,7 \text{ г/см}^3$ (т/м^3)
Середній вміст деяких елементів у морських осадах (від загального обсягу осаду):	
свинець	0,017%
миш'як	0,001%
цинк	0,02%
мідь	0,03%
кобальт	0,015%

3.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Скласти глобальний цикл перенесення в навколишньому середовищі одного з таких забруднювачів: свинцю (Pb), миш'яку (As), цинку (Zn), міді (Cu) та кобальту (Co). Використовуючи цифрові та табличні дані, що наведені у табл. 3.2. Розрахувати потоки забруднювача між усіма частинами навколишнього середовища, баланс для кожної з них, обговорити можливу проблему балансу і можливе концентрування забруднювача на одній із елементів довкілля. У розрахунках прийняти, що швидкість накопичення осаду донних відкладень становить 5 мм/1000 років. При розрахунку потоків брати до уваги розмірності використовуваних величин. На підставі отриманих даних скласти схему глобального перенесення забруднювачів.

Приклад розрахунку

Розрахувати глобальний цикл перенесення кобальту, якщо:

- 1) Надходження в атмосферу:
 - від вулканів – 0,1 тис.т/рік;
 - морська сіль – 0,2 тис.т/рік;
 - континентальний пил – 7 тис.т/рік;
 - антропогенні викиди – 2,9 тис.т/рік.
2. Надходження з атмосфери на сушу – $0,63 \text{ кг/км}^2$ рік.
3. Надходження з атмосфери в океан – $0,03 \text{ кг/км}^2$ рік.
4. Надходження в океан з річковим стоком:
 - у Мексиканську затоку (31 річка, стік $20481 \text{ м}^3/\text{с}$) – 0,2 тис. т. рік.
5. Вміст в донних відкладеннях – 3 г/т.

Розв'язання

1. Розрахунок перенесення з одного середовища до іншого (m_{xy}).
a) Перенесення "океан-атмосфера".

З морською сіллю в атмосферу надходить 0,2 тис. т кобальту:

$$m_{oa} = 0,2 \text{ тис.т} / \text{рік}$$

б) Перенесення «суша-атмосфера».

В атмосферу з суші кобальт надходить із продуктами вулканічної діяльності, континентальним пилом, а також від антропогенних джерел:

$$m_{ca} = 0,1 + 7 + 2,9 = 10 \text{ тис.т} / \text{рік}$$

в) Перенесення «атмосфера-суша».

З атмосфери випадає 0,63 кг кобальту на 1 км² суші. Для розрахунку глобального обсягу надходження кобальту необхідно врахувати загальну площу земної поверхні суші, що дорівнює 151,2·10⁶ млн. км² (29,2% Землі). Таким чином:

$$m_{ac} = 0,63 \cdot 151,2 \cdot 10^6 = 95,265 \cdot 10^6 \text{ тис.т} / \text{рік}$$

г) Перенесення «атмосфера-океан».

В океан з атмосфери надходить 0,03 кг забруднювача на 1 км² поверхні океану. Якщо прийняти, що така ж кількість кобальту надходить у Світовий океан:

$$m_{ao} = 0,03 \cdot 361,3 \cdot 10^6 = 10,839 \cdot 10^6 \text{ тис.т} / \text{рік}$$

д) Перенесення «суша-океан».

Відомо, що з суші разом із водами річок (31 ріка) до Мексиканської затоки надходить 0,2 тис. т поллютанта, витрата річкового стоку становить 20481 м³/с. Таким чином, необхідно визначити річний обсяг річкового стоку, що надходить до Мексиканської затоки:

$$V_{води} = 20481 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365 = 645,889 \cdot 10^9 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

де 3600 – кількість секунд в 1 годині,

24 – кількість годин на рік,

365 – кількість днів на рік.

Таким чином, з 645,889·10⁹ м³ річкового стоку на рік надходить 0,2 тис. т кобальту, з урахуванням всього материкового стоку, що дорівнює 36·10⁶ млн.т/рік (щільність води – 1,0 т/м³), перенесення речовини складе:

$$m_{co} = \frac{0,2 \cdot 36 \cdot 10^6 \cdot 10^6}{645,889 \cdot 10^9} = 11,147 \text{ тис.т} / \text{рік}$$

е) Перенесення «океан-дно».

З джерел відомо, що вміст (концентрація) забруднювача в донних опадах, куди поллютант потрапляє з океану, становить 0,015%. Тому для розрахунку кількості кобальту необхідно визначити кількість осаду (донних відкладів Світового океану).

Відомо, що швидкість накопичення осаду у Світовому океані становить 1-10 мм/1000 років. Якщо прийняти максимальну швидкість накопичення, то в рік висота накопичення осаду становитиме:

$$H_{oc} = \frac{10 \cdot 1}{1000} = 0,01 \text{ мм} / \text{рік} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ км}$$

Площа Світового океану становить $361,3 \cdot 10^6$ км², тоді обсяг накопичення осаду:

$$V_{oc} = 10^{-8} \cdot 361,3 \cdot 10^6 = 361,3 \cdot 10^{-2} \text{ км}^3 / \text{рік} = 361,3 \cdot 10^7 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

При густині осаду донних відкладень $2,7 \text{ т/м}^3$, маса осаду складе:

$$M_{oc} = 361,3 \cdot 10^7 \cdot 2,7 = 975,51 \cdot 10^7 \text{ т/рік} = 975,51 \cdot 10^4 \text{ тис.т/рік}$$

За вихідними даними, в 1 т осаду міститься 3 г кобальту, тоді:

$$m_{od} = 975,51 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 29,26 \text{ тис.т/рік}$$

2. Розрахунок зміни маси кобальту в різних середовищах (Δm_x) та загального балансу (m_{xy}):

$$\Delta m_a = (10 + 0,2) - (95,265 \cdot 10^6 + 10,839 \cdot 10^6) = -95,265 \cdot 10^6 \text{ тис.т/рік}$$

$$\Delta m_c = 95,265 \cdot 10^6 - (10 + 11,147) = 74,118 \cdot 10^6 \text{ тис.т/рік}$$

$$\Delta m_o = (10,839 \cdot 10^6 + 11,147) - (0,2 + 29,26) = -7,47 \cdot 10^6$$

Виходячи з цього, загальна проблема балансу дорівнюватиме:

$$\sum \Delta m_x = -95,265 + 74,118 - 7,47 = -28,617 \cdot 10^6$$

Висновок: згідно з розрахунками. зміна маси кобальту в атмосфері - $95,265 \cdot 10^6$ тис.т/рік, на суші - $74,118 \cdot 10^6$ тис.т/рік, в океані - $-7,47 \cdot 10^6$ тис.т/рік.

Література [2, 4, 6].

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку циклу глобального перенесення

Компонент довкілля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Речовина	Pb	As	Zn	Cu	Co	As	Zn	Pb	Co	Cu	Pb	Zn	Co	Cu	As
Надходження до атмосфери, тис.т./рік:															
- від вулканів	0,13		1,1	0,365	5,0	1,16	1,9	0,27	7,0	0,453	0,39	2,6	9,5	0,520	
- морська сіль	0,15	0,19	0,13	0,51	0,07	0,54	0,22	0,43	0,24	0,29	0,32	0,62	0,19	0,34	0,65
- континентальний пил					124,0				111,0				99,8		100,0
- антропогенні джерела	290	40,0	0,376	75,0	0,4	54,0	0,752	449	0,7	86,0	306	1,020	0,63	94,3	62,0
- природні джерела	24,5							24,6			37,6				
Надходження з атмосфери на сушу, кг/км² рік	76,0	40,0	15,0	21,0	0,63	22,0	20,0	12,6	0,42	11,6	23,7	25,0	0,31	43,0	11,5
Надходження в океан, тис.т./рік:															
- з продуктами вулканічної діяльності	0,02	0,5	1,9	0,5	1,0	1,6	10,7	0,53	6,0	2,7	2,0	15,3	10,0	4,35	0,9
- з ріками у Світовий океан, у тому числі:															
Атлантичний океан (47 рік), стік 13798 м ³ /с	1,43	0,27	11,1	1,25	0,13	0,51	13,5	1,49	0,09	1,74	1,59	15,4	0,24	1,57	0,47
Тихий океан (30 рік), стік 24319 м ³ /с	2,85	0,85	10,0	5,01	0,2	0,63	12,0	2,99	0,25	3,18	3,10	16,8	0,36	4,16	0,78
Надходження з атмосфери до океану від антропогенної діяльності (тис. т рік)	500							550			600				
Вміст речовин у донних відкладах (мкг/г)	3,9	2,21	7,79	1,46	21,7	3,95	8,63	4,5	14,63	1,84	5,7	9,21	19,43	1,63	2,98

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.

ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Мета роботи: ознайомитися з переліком робіт при проведенні інвентаризації джерел забруднення атмосферного повітря. Навчитися розраховувати обсяги викидів забруднюючих речовин у довкілля.

4.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Інвентаризація джерел викидів забруднюючих речовин у довкілля проводиться відповідно до "Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві", яка була затверджена Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України №7 від 10.02.1995 року

Робота з проведення інвентаризації включає декілька етапів. Важливим є підготовчий етап. Тут, у процесі вивчення технологічних процесів (технологічних регламентів, маршрутно-технологічних карт, рецептур, паспорти технологічного обладнання, очисних установок та ін.) встановлюються джерела виділень та джерела викидів забруднюючих речовин, їхнє просторове розташування.

На наступному етапі проводиться обстеження джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, під час якого виявляються параметри джерел, кількісні та якісні характеристики викидів (разові (г/с) та валові (т/рік) значення), визначення яких ведеться при регламентних параметрах роботи технологічного обладнання, систем вентиляції та установок пилогазоочищення. При проведенні розрахунків разових та валових викидів повинна враховуватися їхня нестаціонарність у часі, оскільки їх значення використовують для розрахунку плати за викиди.

Для визначення складу викидів здійснюється вибір та обґрунтування необхідних методик. Для джерел з організованим викидом перевага надається інструментальним методам.

Інструментальні вимірювання параметрів викидів проводяться акредитованими лабораторіями у відповідній галузі вимірювань та газоаналітичних засобів, призначених для контролю промислових викидів та внесених до оцінки викидів у разі відсутності стандартних інструментальних методик. Характеристики викидів забруднюючих речовин в атмосферу за розрахункових методів визначаються з використанням галузевих методик, які затверджені Мінприроди.

На цьому етапі також встановлюються координати джерел викидів, і кожному з них надається порядковий номер, який, як правило, використовується як код-ідентифікатор, який відзначається на карті-схемі промислового майданчика підприємства і не може бути змінений за наступної інвентаризації. Тут також проводиться обстеження пилогазоочисних установок ефективність їх роботи за даними за попередній

рік, наводиться обґрунтування методик, що були використані для визначення параметрів джерел та характеристик викидів.

Результати інвентаризації викидів можуть коригуватися, якщо виявляться або виникнуть відмінності між характеристиками викидів, що мають місце під час експлуатації, та даними останньої за часом інвентаризації. Виникнення відмінностей може бути пов'язано зі змінами в технології, сировині, паливі, появою нових джерел викидів та ін.

При будівництві нових та реконструкції (розширенні) існуючих підприємств, що мають стаціонарні джерела викидів, та введення їх у дію забезпечують проведення інвентаризації викидів протягом двох років після введення об'єкта в експлуатацію.

Інвентаризація викидів в атмосферне повітря закінчується аналізом достовірності отриманих результатів, їх відповідності нормативним вимогам та складанням звіту. Звіт повинен включати такі рекомендовані розділи:

- загальні відомості про підприємство;
- короткий опис технологічного процесу;
- характеристика пилогазоочисного обладнання;
- опис виконаних робіт із зазначенням нормативно-методичних документів та переліку використаних методик виконання вимірювань забруднюючих речовин та розрахункового визначення викидів;
- додатки 1–7, в яких наведено карту-схему території підприємства з джерелами викидів, характеристики джерел викидів, показники роботи пилогазоочисного обладнання, результати визначення викидів, таблиці та копії необхідних документів.

Звіт про інвентаризацію викидів забруднюючих речовин подається в органи Мінприроди для реєстрації у вигляді роздрукованого звіту.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин

1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від котельні.

Розрахунок викидів твердих часток

$$M_{me} = 0,01 \cdot A \cdot B \cdot (1 - \eta), \text{ т/рік} \quad (4.1)$$

де A – зольність палива на робочу масу, %; $A=1$;

B – кількість використаного палива (мазуту), т/рік;

η – частка твердих часток, що уловлюється, $\eta=0$.

Розрахунок викидів оксидів сірки

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot \rho' \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}), \text{ т/рік} \quad (4.2)$$

де ρ – вміст сірки у паливі, %;

η'_{SO_2} – частка оксидів сірки, що зв'язується летючим попелом палива, $\eta' = 0,02$;

η''_{SO_2} – частка оксидів сірки, що уловлюється, $\eta'' = 0$;

Розрахунок викидів оксидів вуглецю

$$M_{CO} = 0,001 \cdot B \cdot Q \cdot K_{CO} \cdot (1 - \frac{q_{CO}}{100}), \text{ т/рік} \quad (4.3)$$

де Q – теплота згоряння палива, $Q=4,3$ МДж/кг;

K_{CO} – кількість оксидів вуглецю, що утворюються на одиницю тепла (кг/МДж); $K_{CO} = 0,32$;

q – втрата теплоти внаслідок механічного неповного згорання палива, %; $q = 0,5$.

Розрахунок викидів оксиду азоту

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot B \cdot Q \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \eta_{NO_2}), \text{ т/рік} \quad (4.4)$$

де K_{NO_2} – кількість оксиду азоту, що утворюється на одиницю тепла, $K_{NO_2} = 0,11$;

η – доля оксиду азоту, що уловлюється, $\eta = 0$.

2. Розрахунок кількості викидів від автотранспорту.

$$M_i = V \cdot N_i, \text{ т/рік} \quad (4.5)$$

де M_i – маса викиду i -ої забруднюючої речовини, т/рік;

V – обсяг використаного палива (бензин або дизельне паливо), т/рік;

N_i – обсяг викиду i -ої забруднюючої речовини карбюраторним або дизельним двигуном на 1 т палива, т/рік.

Таблиця 4.1 – Кількість забруднюючих речовин, що викидаються в повітря автотранспортом в результаті спалювання палива

Забруднюючі речовини	Викид забруднюючих речовин карбюраторними двигунами на 1 т палива	Викид забруднюючих речовин дизельними двигунами на 1 т палива
CO	0,6	0,1
Вуглеводи	0,1	0,03
NO ₂	0,04	0,04
Сажа	0,00058	0,0155
SO ₂	0,002	0,2
Свинець	0,03	-

4.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Розрахувати кількість забруднюючих речовин, що викидається підприємством в результаті технологічного процесу, роботи котельні та автотранспорту. Зробити висновок заповнивши таблицю 4.2. Дані для розрахунку наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.2 – Таблиця для зведення результатів розрахунків

Забруднююча речовина	Маса викиду, т/рік			Всього викидів, т/рік	% від загального викиду		
	П	К	А		П	К	А

П – підприємство, К – котельня, А – автотранспорт.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані для розрахунку

	Тверді частки, т/рік	Ацетон, т/рік	Етанол, т/рік	Двооксид азоту, т/рік	Оксиди сірки, т/рік	Оксиди вуглецю, т/рік	Толуол, т/рік	Формальдегід, т/рік	Свинець, т/рік	Мазут, т/рік	Вміст сірки в мазуті, %	Обсяг бензину, т/рік	Обсяг дизельного палива, т/рік
1	13,3	22,0	1,1	0,06	37,0	90,2	9,7	0,024	0,4	3863	0,45	342	145
2	20,5	26,1	1,9	0,12	36,1	94,4	7,8	0,029	0,7	3791	0,50	405	174
3	18,2	29,1	1,2	0,09	32,3	98,6	5,9	0,017	0,8	3964	0,49	410	160
4	20,1	21,7	1,6	0,15	36,5	91,6	5,5	0,026	0,4	3561	0,45	363	192
5	16,2	28,0	1,9	0,21	34,8	97,0	8,1	0,021	0,6	3778	0,43	280	175
6	17,1	23,9	1,7	0,24	36,0	92,7	6,5	0,016	0,5	3641	0,47	402	163
7	15,3	25,3	1,4	0,05	32,9	96,0	4,1	0,020	0,9	3486	0,52	326	150
8	14,7	22,3	1,8	0,16	34,0	93,3	6,9	0,035	0,8	3945	0,47	353	215
9	14,3	28,9	1,5	0,25	35,7	99,1	5,0	0,027	0,5	3520	0,43	290	181
10	19,1	27,4	2,0	0,07	36,2	95,5	4,9	0,033	0,3	3943	0,50	418	165
11	14,8	29,1	1,1	0,22	32,5	100	9,3	0,022	0,6	3487	0,44	389	210
12	13,6	23,6	1,4	0,13	34,8	97,5	7,0	0,015	0,7	3826	0,49	342	180
13	13,8	24,4	1,8	0,2	36,6	92,2	5,3	0,030	0,5	3656	0,44	347	197
14	17,6	21,4	1,6	0,08	35,3	96,5	8,4	0,023	0,8	3345	0,46	226	140
15	19,6	29,4	1,5	0,23	35,9	94,9	4,0	0,028	0,4	3413	0,51	401	186
16	15,7	25,5	1,2	0,14	33,4	98,0	6,4	0,018	0,7	3874	0,46	376	169
17	14,2	21,1	1,3	0,17	37,2	91,1	6,0	0,019	0,8	3680	0,48	395	155
18	16,6	28,5	1,7	0,11	34,1	99,5	7,4	0,031	0,9	3569	0,51	352	202
19	18,7	26,7	2,0	0,04	35,6	93,8	8,7	0,025	0,6	3369	0,42	415	170
20	21,0	29,4	1,3	0,1	32,1	90,7	4,5	0,013	0,3	3758	0,48	358	135

Приклад. Розрахувати кількість забруднюючих речовин, що викидається підприємством в результаті технологічного процесу, роботи котельні та автотранспорту. Зробити висновок заповнивши таблицю. Дані для розрахунку наведено в таблиці.

№	Назва речовини	Маса, т/рік
1	Тверді частки	17,3
2	Ацетон	24,6
3	Етанол	1,4
4	Двооксид азоту	0,17
5	Оксиди сірки	39,3
6	Оксиди вуглецю	97,4
7	Толуол	5,8
8	Формальдегід	0,039
9	Свинець	0,7
10	Мазут	2935
11	Вміст сірки в мазуті, %	0,44
12	Обсяг бензину	495
13	Обсяг дизельного пального	144

Розрахунок

1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від котельні.

$$M_{тв} = 0,01 \cdot 1 \cdot 2935 \cdot (1 - 0) = 29,35, \text{ т/рік.}$$

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 2935 \cdot 0,44 \cdot (1 - 0,02) \cdot (1 - 0) = 25,31, \text{ т/рік}$$

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 2935 \cdot 4,3 \cdot 0,32 \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100}\right) = 4,02, \text{ т/рік}$$

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 2935 \cdot 4,3 \cdot 0,11 \cdot (1 - 0) = 1,39, \text{ т/рік}$$

2. Розрахунок кількості викидів від автотранспорту.

	СО	Вуглеводи	NO ₂	Сажа	SO ₂	Свинець
Карбюраторні двигуни	297	49,5	19,8	0,29	0,99	14,85
Дизельні двигуни	14,4	4,32	5,76	2,23	28,8	-
Разом	311,4	53,82	25,56	0,65	29,79	14,85

3. Зведена таблиця результатів розрахунків

Забруднююча речовина	Маса викиду, т/рік			Всього викидів, т/рік	% від загального викиду		
	П	К	А		П	К	А
Тверді частки/сажа	17,3	29,35	0,65	47,25	36,61	62,01	1,38
Двооксид азоту	0,17	1,39	25,56	27,12	0,63	5,13	94,24
Оксиди сірки	39,2	25,31	29,79	94,3	41,57	26,84	31,59
Оксид вуглецю	97,4	4,02	311,4	412,82	23,59	0,98	75,43
Свинець	0,7	-	14,85	15,55	4,5	-	95,5
Вуглеводні та інші речовини	31,84	-	53,82	85,66	37,17	-	62,83

Висновок. Інвентаризація джерел викидів підприємства дозволяє зробити висновок про те, що в ході технологічного процесу найбільше до атмосфери викидається оксиду сірки – 39,2 т/рік, а найменше двооксиду азоту (0,17 т/рік) та свинцю (0,7 т/рік), у той час котельня є основним джерелом викидів твердих часток (29,3 т/рік). Автотранспорт найбільше забруднює атмосферу викидами двооксиду азоту (25,56 т/рік), оксиду вуглецю (311,4 т/рік), вуглеводними (53,82 т/рік) та свинцем (14,85 т/рік).

Література [14,15].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ. АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ДЖЕРЕЛ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Мета роботи: ознайомитися з алгоритмом та знати основні нормативні документи щодо моніторингу джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

5.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Основними завданнями моніторингу джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є:

- оцінка якісного та кількісного складу викидів безпосередньо на джерелі;
- оцінка впливу на атмосферне повітря, що пов'язана безпосередньо з джерелом антропогенного впливу (на кордоні санітарно-захисної зони, у житловій забудові).

Для підготовки розділу потрібні такі матеріали.

1. Перелік параметрів, що вимірюються відповідно до ДСТУ 8725:2017 "Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення швидкості та об'ємної витрати газопилових потоків", ДСТУ 8726:2017 "Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення тиску та температури газопилових потоків".

2. Таблиця "Параметри викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря", складена відповідно до вимог законодавства в галузі охорони атмосферного повітря. У програмі може бути наведено лише посилання на документ, у якому є ця таблиця.

3. Перелік забруднюючих речовин по яких проводяться заміри. До переліку включаються основні забруднюючі речовини (оксид вуглецю, оксиди азоту, діоксид сірки та зважені речовини), специфічні забруднюючі речовини, а також речовини, для яких даними спостережень на контрольованій території зареєстровані концентрації, що перевищують ГДК.

4. План-графік контролю викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Перелік забруднюючих речовин та джерел викиду, що підлягають контролю, частота контролю визначається відповідно до вимог законодавства в галузі охорони атмосферного повітря.

5. Карта-схема розташування підприємства та джерел забруднення.

6. Дані інвентаризації джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, що включає питомі показники викидів.

7. Свідоцтво про оцінку стану вимірювання або акредитації з відповідними додатками до них.

8. Відомості про наявність та частоту зовнішнього та внутрішнього метрологічного контролю вимірювань.

При організації моніторингу джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу суб'єкти господарської діяльності здійснюють:

1. Створення бази даних (БД) за джерелами викидів забруднюючих речовин для проведення розрахунків розсіювання та визначення величин приземних концентрацій забруднюючих речовин. Структура баз даних з джерелами антропогенного впливу відповідає інвентаризаційній відомості (Додаток 2, таблиця 2.2 "Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин" Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві).

За потреби в базу даних оперативно вводяться нові джерела викидів, а також виключаються тимчасово чи постійно непрацюючі. Використання уніфікованих програм розрахунку розсіювання забруднення атмосфери (ЕОЛ+) та баз даних для них виключає необхідність формування нових баз даних. Бази даних зберігаються на носії. У базу даних вводиться додаткова інформація:

- кодифікатор підприємства;
- координати джерел викидів у міській системі координат;
- кодифікатор забруднюючих речовин;
- ГДКм.р., ГДКс.д., ОБУВ.

2. Створення карти-схеми.

Векторна карта (або карта-схема) території створюється у будь-якій геоінформаційній системі (ГІС) шляхом оцифрування карт, або з паперової топографічної основи (географічної карти місцевості), або за допомогою програм векторизаторів сканованих карт. Можливе використання векторних карт, створених на вирішення завдань муніципальних утворень, оскільки такі картки сертифіковані. За відсутності електронних карт і ліцензій на їх виготовлення можуть бути використані карти-схеми територій.

На карті-схемі відображаються промислові майданчики, межі санітарно-захисних зон (СЗЗ), селітебні території та інші об'єкти, що становлять інтерес для організації моніторингу. Здійснюється атрибутивна диференціація цих об'єктів (або рознесення об'єктів різного типу у різні шари). Координати точки прив'язки у загальноміській системі координат для подальшого визначення розташування всіх джерел викидів у загальноміській системі можна отримати в архітектурних підрозділах адміністрацій міст, територіальних органах з охорони навколишнього середовища (за наявності), організаціях – розробників проектів ГДВ.

У разі коли центр зазначеної системи координат потрапляє на територію, що відображається на карті-схемі, то показуються осі координат системи (центр координат – точка їх перетину). Якщо центр зазначеної системи координат знаходиться поза ділянкою місцевості, відображеного на карті-схемі, на ній зображуються прямі, паралельні осям координат системи, з нанесеними на них через рівні інтервали значень відповідних координат (в метрах). У разі відсутності міської системи координат, розташування джерел викидів визначається у локальній (заводській) системі координат.

Локальна система має будуватися така, щоб її можна було легко ідентифікувати на картах різного масштабу, тому її центр та осі повинні визначатися по помітних об'єктах, наприклад, центр – на перетині вулиць, а одна з осей – вздовж однієї з вулиць, або центр – у точці розташування труби котельні, а вісь – вздовж стіни будівлі, зображеної на картах різного масштабу. Необхідно також вказати кут повороту осі О-Х щодо напрямку на північ.

3. Виконання розрахунків концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери.

Для виконання розрахунків концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери використовується будь-яка сертифікована програма, що реалізує алгоритм методичного документа ОНД-86 – Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств (наприклад ЕОЛ+).

Розрахункова сітка повинна охоплювати всю досліджувану територію (місто, район, ділянка та ін.) Щільність сітки (крок розрахунків по осі Х та осі Y) визначається рекомендаціями ОНД-86. Отримані в результаті розрахунків дані (у вигляді dat. або dbf файлів) використовуються при подальшому аналізі (з досвіду розрахунків оптимальним є вибір кроку розрахункової сітки 250-300 м для індивідуальних компонентів завислих

речовин та 400-500 м для газоподібних домішок). За потреби більш детальної оцінки забруднення повітря в районі окремих підприємств крок розрахункової сітки може бути зменшено.

При уточненому розрахунку розподілів приземних концентрацій домішок для завдання розрахункових швидкостей вітру рекомендується використовувати блоки перебору швидкостей і напрямів вітру, що діють за замовчуванням, які в багатьох випадках забезпечують більш точний розрахунок максимальних концентрацій, ніж при використанні режиму, вказаного в ОНД-86.

4. Нанесення розрахункової сітки на векторну карту території та вибір точок моніторингу.

Кожна точка розрахункової сітки характеризується сукупністю концентрацій забруднюючих речовин. Точка моніторингу має відповідати наступним критеріям:

- гарантовано характеризувати зону забруднення (зона забруднення визначається за результатами розрахунків розсіювання та наступного аналізу);
- характеризувати рівень впливу у межах встановленої зони на здоров'я населення та навколишнє середовище в цілому;
- дозволяти характеризувати вклади основних джерел забруднення.

5. Виконання спостережень у вибраних точках моніторингу та на джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

У тих випадках, коли за результатами розрахунку забруднення атмосферного повітря будь-якою забруднювальною речовиною з'ясовується, що переважаючий внесок у значення приземних концентрацій цієї речовини у житловій забудові або поза територією СЗЗ чи екозахисних зон вносять неорганізовані джерела або сукупність дрібних джерел, для яких контроль їх викидів утруднений, доцільно здійснювати спостереження за цими речовинами за допомогою вимірювання приземних концентрацій на спеціально обраних контрольних точках або за допомогою підфакельних спостережень. При цьому можна використовувати наступне правило вибору забруднюючих речовин для проведення вимірювань: результати розрахункових оцінок їх приземних концентрацій задовольняють наступним умовам:

- Максимальні розрахункові концентрації таких забруднюючих речовин (з урахуванням фону), $q_{жj} > 0,8 \text{ ГДК}_j$;
- Площа $S_{0,5}$ зони перевищення зазначеними концентраціями рівня 0,5 ГДК у житловій забудові перевищує 5 км^2 , $S_{0,5} > 5 \text{ км}^2$;

Внесок неорганізованих викидів підприємства, що розглядається, $q_{неорг}$, у концентрації $q_{жj}$ у точках зони перевищення зазначеними концентраціями рівня 0,5 ГДК у житловій забудові становить не менше 50%, $q_{неорг} \geq 0,5 q_{жj}$.

При одночасному виконанні вищевказаних умов, виходячи з результатів розрахунків забруднення атмосфери, вибираються кілька контрольних точок таким чином, щоб рівні концентрацій, що спостерігаються в них, максимально можливою мірою характеризували

вплив конкретного джерела (або групи джерел) на атмосферне повітря за певних метеорологічних умов.

Для цього виду контролю періодичність контролю визначається так само категорією джерела викидів у розрізі контрольованої речовини та може коригуватися органами державного екологічного контролю в залежності від екологічної обстановки. Вимірювання на кордоні найближчої житлової забудови слід виконувати за тих самих метеоумов, яким відповідає значення розрахункових концентрацій у контрольних точках.

Мета підфакельних спостережень – встановлення зони впливу конкретного джерела забруднення. Спостереження проводяться за специфічними забруднювальними речовинами, характерними для викидів даного джерела. Вимірювання проводять у центральних (осьових) точках, розташованих по осі смолоскипа на різних відстанях від джерела викидів з підвітряного боку, і в точках зліва і праворуч від лінії, перпендикулярної осі смолоскипа. З метою оцінки впливу інших джерел вимірювання проводять також з навітряного боку. (ДСП-201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць).

Спосіб проведення спостережень (у контрольній точці або за допомогою підфакельних вимірювань) визначається в кожному конкретному випадку і залежить від розташування джерел викидів та їх типу, а також складу викидів забруднюючих речовин.

Для кожної точки розробляється програма спостережень, що включає перелік речовин, що підлягають контролю, склад коштів та методів вимірювання або розрахунку, частоту та терміни.

Періодичність вимірів на джерелі викидів визначається категорією джерела та може коригуватися територіальними органами з охорони навколишнього середовища в залежності від екологічної обстановки місті, регіоні.

Вимірювання (відбір проб) у контрольних точках, у тому числі на кордоні СЗЗ слід виконувати за тих же метеоумов, яким відповідає значення розрахункових концентрацій у контрольних точках. Одночасно з відбором проб вимірюються метеорологічні параметри: температура повітря, швидкість та напрям вітру, стан погоди в період відбору.

Вибір точок моніторингу та програми спостережень коригуються територіальними органами з охорони навколишнього середовища за наслідками зведених розрахунків розсіювання забруднюючих речовин містом.

Кордони СЗЗ встановлюються відповідно до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. Контроль за режимом СЗЗ (переліком забруднюючих речовин, підлягають контролю, методами та засобами контролю, частотністю та періодичністю контролю) здійснюється органами державного екологічного контролю.

Лабораторії підприємства, які здійснюють виробничий екологічний контроль, повинні пройти перевірку стану вимірювань з метою встановлення відповідності умов виконання вимірювань вимогам законодавства України.

Оцінка стану вимірювань для офіційного посвідчення наявності у лабораторії умов, необхідних для виконання вимірювань, проводиться на договірній основі організаціями:

- метрологічною службою державних органів виконавчої влади;
- державним метрологічним центром чи органом державної метрологічної служби (у лабораторіях, які здійснюють виробничий екологічний контроль, оцінку стану вимірювань проводять перелічені вище органи спільно з територіальними органами з охорони довкілля.

За результатами роботи складається акт та видається свідоцтво про оцінки стану вимірювань у лабораторії з додатком переліку об'єктів та контрольованих у них показників. Свідоцтво та кожний лист додатку підписується керівником організації, яка проводила роботу та видала свідоцтво, та реєструється відповідно до порядку, що діє у цієї організації.

Для забезпечення точності результатів, а також сумісності та відтворюваності застосовувані методики виконання вимірювань (МВІ) повинні відповідати вимогам Держстандартів України. Лабораторія має переконатися, що вона використовує останнє видання стандарту, що діє, крім випадків, коли воно не підходить або це неможливо зробити.

5.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Письмово дати відповіді на питання.

1. Перерахуйте основні завдання моніторингу джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу?
2. Проаналізуйте та наведіть список необхідних матеріалів при проведенні моніторингу джерел викидів?
3. Перерахуйте, дії суб'єктів господарської діяльності при організації моніторингу джерел викидів?
4. Докладно викладіть алгоритм і вимоги до програми спостережень джерел (план спостережень, хто, де, з якою періодичністю, як проводиться, форми подання та ін. вимоги)?

Література [2,3,6, 16-18].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ. СКЛАДАННЯ ПРІОРИТЕТНОГО СПИСКУ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ КОНТРОЛЮ В АТМОСФЕРІ

Мета роботи: опанувати методику визначення пріоритетного списку шкідливих домішок, що підлягають контролю в атмосфері.

6.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Контролювати вміст всіх речовин в атмосфері неможливо з економічних причин та доцільності. Існують критерії вибору шкідливих речовин, що підлягають контролю, та правила визначення черговості організації контролю, що ґрунтуються на складанні пріоритетного списку контролю шкідливих речовин.

Принцип вибору речовин, що включаються до пріоритетного списку, ґрунтується на використанні двох комплексних показників стану забруднення атмосфери.

Перший параметр – **необхідне споживання повітря (НСП)**, тис. т/рік/мг/м³. Це об'єм повітря, необхідний для розведення і-тої речовини у кількості M_i (тис. т/рік) до рівня концентрації, що дорівнює ГДК для населених місць.

У зв'язку з наявністю двох нормативів якості атмосферного повітря населених місць (ГДК_{сд} та ГДК_{мр}) використовуються дві величини НСП:

- 1) НСП₁ – середньодобовий норматив,
- 2) НСП₂ – максимально разовий норматив.

Визначаються вони за такими виразами:

$$НСП_1 = \frac{M_i}{ГДК_{сд}} \quad (6.1)$$

$$НСП_2 = \frac{M_i}{ГДК_{мр}} \quad (6.2)$$

Другий параметр – **величина реального споживання повітря (РСП)**. Він характеризує об'єм повітря, що забезпечує розведення викидів і-тої речовини у кількості M_i (тис. т/рік) до рівня концентрації q_i , що спостерігається в даному місці (q_i визначається за даними спостережень). Використовують також дві величини показника РСП:

- 1) РСП₁, що розраховується з урахуванням середнього рівня концентрації домішки;
- 2) РСП₂, що розраховується з урахуванням максимального рівня концентрації домішки:

$$РСП_1 = \frac{M_i}{q_{ср}} \quad (6.3)$$

$$РСП_2 = \frac{M_i}{q_{\max}} \quad (6.4)$$

Встановлено, що показник РСП залежить від розсіювальної здатності атмосфери (визначається за індексом забруднення атмосфери, ІЗА), від розміру території міста або аналізованої зони (L) та параметрів джерел викидів у місті (аналізованої зони).

Спосіб вибору домішок для контролю їх утримання в атмосфері цього населеного пункту ґрунтується на порівнянні відповідних значень необхідного (НСП) та реального (РСП) споживання повітря. При цьому визначається, чи буде середня або максимальна концентрація шкідливої

речовини, що оцінюється, при заданих викидах перевищувати відповідні значення ГДК_{сд} або ГДК_{мр}.

Якщо

$$HCP \geq PCP \quad (6.5)$$

тобто

$$\frac{M_i}{ГДК_i} \geq \frac{M_i}{q_i} \quad (6.6)$$

то

$$q_i \geq ГДК_i \quad (6.7)$$

тобто, концентрація домішки, що оцінюється дорівнюватиме або перевищить ГДК, і тому *i*-ту домішку слід включити до списку речовин, які необхідно контролювати.

Визначення переліку шкідливих домішок, що підлягають контролю, здійснюють шляхом складання двох списків:

1-й список – з урахуванням середньодобового забруднення атмосфери: графічний метод або розрахунок НСП₁ для кожної речовини;

2-й список – з урахуванням максимально можливого забруднення атмосфери: розрахунок НСП₂ для кожної речовини.

Для складання 1-го списку та виявлення необхідності спостережень за *i*-ю домішкою з використанням НСП_{сд} може бути використаний графічний та теоретичний метод.

Графічний метод

На рис. 6.1 показано ряд прямих ліній, які відповідають $q = ГДК_{сд}$. Суть методу полягає в тому, що за заданими значеннями M_i потенціалу забруднення атмосфери (ПЗА) та характерного розміру міста L_j визначається місце розташування точки по відношенню до розрахункової прямої $q_i = ГДК_{сдi}$.

Характерний розмір міста визначається умовно як радіус кола площею S_j , що відповідає площі міста, тобто:

$$L_j = \sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \quad (6.8)$$

Якщо точка потрапляє до області вище прямої чи на пряму, це означає, що очікувана середня концентрація *i*-ї домішки перевищуватиме санітарно-гігієнічну норму (ГДК_{сд}) або дорівнюватиме їй і, отже, *i*-у домішку необхідно контролювати. Якщо точка лягає нижче прямої, то контролювати *i*-у домішку не потрібно. Даний метод слід застосовувати для оцінки необхідності включення до дослідження домішки за основними показниками: пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, оксид та діоксид азоту.

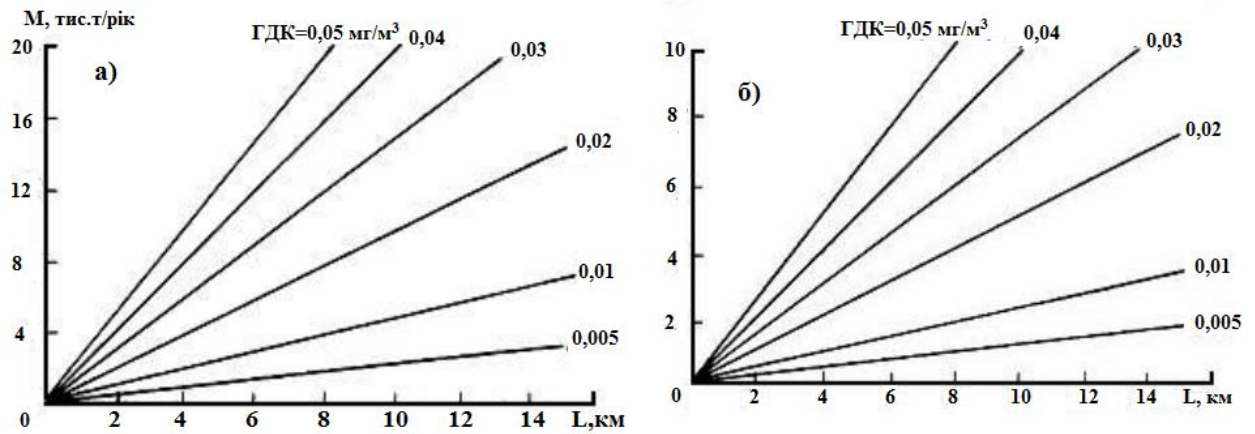


Рисунок 6.1 – Залежність між сумарними викидами M , характерним розміром міста L та середньою концентрацією домішки $q = \text{ГДК}_{\text{CD}}$:
а – для міст з ПЗА = 2,5.–3,0; б – для міст з ПЗА > 3,1

При використанні графічного методу слід враховувати, що прямі на рисунку 6.1 відповідають значенням ГДК_{CD} від 0,005 до 0,05 мг/м^3 . Якщо значення ГДК i -тої домішки більше за 0,05 або менше 0,005, тоді використовують пряму лінію, яка відповідає значенню ГДК_{CD} у 10 разів меншому (або більшому), ніж ГДК , а значення M_i , нанесене на вісі координат, множаться або діляться на 10.

Наприклад, для домішки у якої $\text{ГДК}_{\text{CD}} = 0,1 \text{мг/м}^3$ використовують лінію $\text{ГДК}_{\text{CD}} = 0,01 \text{мг/м}^3$, а значення M на вісі координат множаться на 10.

Значення потенціалу забруднення атмосфери (ПЗА) території для якої визначається перелік контрольованих показників, встановлюється за табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Районування території за природним потенціалом забруднення атмосфери

ПЗА		Приземні інверсії			Повторюваність, %		Тривалість туманів, год.
		Повторюваність, %	Потужність, км	Інтенсивність, °С	Швидкість вітру 0-1 м/с	Застій повітря	
Низький	2,1-2,5	20-30	0,3-0,4	2-3	10-20	5-10	0,7-0,8
Помірний	2,6-2,9	30-40	0,4-0,5	3-5	20-30	7-12	0,8-0,1
Підвищений							
континентальний	3,0-3,3	30-45	0,3-0,6	2-6	20-40	8-18	0,7-1,0
приморський	3,0-3,3	30-45	0,3-0,7	2-6	10-30	10-25	0,4-1,1
Високий	3,4-3,6	40-50	0,3-0,7	3-6	30-60	10-30	0,7-1,6
Дуже високий	3,7-4,0	40-60	0,3-0,9	3-10	50-70	20-45	0,8-1,6

Теоретичний метод

Це спрощений спосіб, який використовується у разі наявності в аналізованій зоні (місті) одного або кількох джерел викиду, розташованих локально. При цьому відстань L , на якій очікується найбільше значення q_i , приймається рівною 2 км. Таким чином, метод може бути використаний для визначення доцільності включення специфічних домішок.

У цьому методі замість номограм для визначення доцільності контролю можна користуватися такими залежностями:

а) при значенні $ПЗА = 2,1-3,0$ прийнято сумарний викид i -ї домішки $M_i \geq 200$ ГДК_{сд_i}, тобто, $\frac{M_i}{ГДК_{сд_i}} \geq 200$, а отже реальне споживання повітря РСП₁ = 200;

б) при значенні $ПЗА > 3,0$ прийнято сумарний викид i -ї домішки $M_i \geq 100$ ГДК_{сд_i}, тобто, $\frac{M_i}{ГДК_{сд_i}} \geq 100$, а отже реальне споживання повітря РСП₁ = 100.

Таким чином, для кожної домішки розраховується величина необхідного споживання повітря (НСП₁) за формулою (6.1) та порівнюється з РСП₁ для заданого регіону. У разі виконання нерівності (6.5) домішка підлягає контролю (ставлять знак "+"), якщо не виконується, то не підлягає контролю (ставлять знак "-").

Після добору домішок, що підлягають контролю, визначається черговість організації контролю. Для цього за розрахунком за формулою (6.1) параметром необхідного споживання повітря (НСП₁) складається ряд $НСП_{1,1} > НСП_{1,2} > НСП_{1,3} \dots$. Першою до списку контрольованих домішок увійде домішка з найбільшим значенням НСП₁ (НСП_{1,1} під номером 1), другою – домішка з наступним значенням НСП₁.

Таким чином складається перший попередній список домішок у порядку 1, 2, 3, Якщо кілька домішок мають однакові значення НСП₁, спочатку записується домішка класу небезпеки 1, потім 2, 3 і 4.

Далі приступають до складання 2-го попереднього списку з урахуванням максимально можливого забруднення атмосфери: проводиться розрахунок НСП₂ для кожної речовини.

Для кожної домішки розраховується значення реального споживання повітря РСП за формулою (6.3). Отримане значення порівнюється зі значенням РСП₂ для найчастіше несприятливих метеорологічних умов розсіювання, що зустрічаються (табл. 6.2), з урахуванням висоти джерел (H), різниці температур газоповітряної суміші (ГПС) та повітря (ΔT), коефіцієнта розсіювання, що відповідає несприятливим метеорологічним умовам (A).

Таблиця 6.2 – Значення РСП₂ для різних умов викидів
(тис.т/рік)/(мг/м³)

А	v, м³/с	Н, м			v, м³/с	Н, м		
		20	50	100		50	100	250
Низькі та холодні викиди (ΔТ<50°С)					Високі та гарячі викиди (ΔТ≥50°С)			
120	1	0,3	1,6	6,6	50	3,5	14,0	87,4
120	10	0,6	3,6	14,2	1200	10,1	40,3	252,1
160	1	0,2	1,2	5,0	50	2,6	10,5	65,6
160	10	0,4	2,7	10,7	1200	7,6	30,3	189,1
200	1	0,2	1,0	4,0	50	2,1	8,4	52,4
200	10	0,3	2,1	8,5	1200	6,0	24,2	151,3
240	1	0,1	0,8	3,3	50	1,8	7,0	43,7
240	10	0,3	1,8	7,1	1200	5,0	20,2	126,1

Якщо значення НСП₂, розраховане за формулою (6.2), більше за величину РСП₂, що обране за табл. 6.2 то домішка підлягає контролю, черговість контролю визначається аналогічно першому попередньому списку.

Остаточний пріоритетний список складається за сумою місць у попередніх списках, складених за значеннями НСП₁ та НСП₂. Речовини підлягають контролю та враховуються у розподілі місць за НСП₁ та НСП₂ якщо мають хоча б один знак «+» (тобто речовини, які мають два мінуси, не перевищують нормативних рівнів і, отже, не підлягають контролю та не входять до пріоритетного списку).

При цьому домішки, для яких немає ГДК_{МР}, включаються до списку подвоєного номера місця, отриманого за значенням НСП₁. Якщо кілька домішок мають однакові номери місць у остаточному списку, то черговість цих домішок встановлюється за класом небезпеки речовин. У першу чергу записуються домішки 1 та 2 класів небезпеки.

6.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Складіть пріоритетний список домішок, що підлягають контролю у місті N, яке характеризується такими умовами: А = 200; висота викидів Н = 50 м; $\Delta T < 50$. Вихідні дані наведено у табл. 6.3. Отримані дані занести у таблицю 6.4.

Таблиця 6.3 – Вихідні дані для визначення пріоритетного списку домішок, що підлягають контролю

№	Місто	Площа, км ²	ПЗА	υ, м ³ /с	Пил неорг.	Діоксид азоту	Діоксид сірки	Свинець	Сірко- водень	Фенол	Фторівник	Акролеїн	Формаль- дегід
1	Покровськ	86	2,1	1	4,70	12,03	20,4	0,047	0,797	2,76	1,13	0,45	0,92
2	Мирноград	23	3,4	10	5,04	11,6	13,1	0,072	1,023	1,51	0,58	1,63	3,34
3	Авдіївка	29	2,7	10	6,01	11,07	10,6	0,039	1,216	3,21	1,01	2,55	5,34
4	Маріуполь	166	3,1	1	3,31	11,1	16,4	0,084	0,597	1,84	0,06	1,87	6,46
5	Рубіжне	33,76	3,2	1	3,60	12,3	10,8	0,074	0,937	0,99	1,46	0,78	3,23
6	Добропілля	13,9	3,5	10	6,11	11,9	14,6	0,077	0,599	3,36	4,73	1,43	0,99
7	Бахмут	41,6	3,6	1	4,19	11,08	13,9	0,073	0,799	1,49	0,47	2,77	0,53
8	Костянтинівка	66,04	2,4	10	4,25	11,3	12,7	0,048	0,931	2,65	0,07	1,65	0,83
9	Сєверодонецьк	42,1	3,5	1	5,37	12,02	14,2	0,075	1,238	1,95	4,51	0,67	5,22
10	Селидове	10,88	3,3	10	6,16	12,2	12,0	0,035	0,591	2,43	1,12	1,52	6,57
11	Лиман	20	3,0	1	6,54	11,8	6,4	0,076	1,026	5,18	3,30	0,94	3,12
12	Слов'янськ	69,06	2,2	1	4,76	11,7	17,5	0,058	0,946	4,26	1,24	2,88	0,73
13	Лисичанськ	96	2,8	1	5,15	11,06	9,7	0,037	0,598	1,62	0,69	1,76	6,24
14	Краматорськ	77,36	2,6	10	6,83	12,04	11,8	0,059	0,928	0,93	0,08	1,54	0,64
15	Жовті води	33,25	3,2	1	4,18	12,01	13,8	0,071	0,596	3,69	4,62	0,56	5,29
16	Павлоград	59,3	2,9	10	3,76	11,09	11,5	0,046	1,025	2,54	1,57	1,74	3,54
17	Новомосковськ	36	2,5	10	5,87	11,05	18,6	0,073	1,227	5,16	4,40	2,66	0,74
18	Волноваха	21	3,1	1	6,23	12,1	11,9	0,036	0,955	0,96	0,36	1,41	5,11
19	Кам'янське	138	2,3	10	5,83	11,5	19,4	0,045	0,795	1,73	0,09	0,89	6,35
20	Дружківка	46,53	3,0	1	6,15	12,01	15,3	0,057	1,205	0,85	1,35	0,34	3,45

Таблиця 6.4 – Пріоритетний список домішок, які підлягають контролю у місті N

Домішка	М, тис. т/рік	ГДК _{сд}	ГДК _{мр}	Контроль		НСП ₁	НСП ₂	Номер місця за		Сума місць
				НСП ₁	НСП ₂			НСП ₁	НСП ₂	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Діоксид азоту		0,04	0,2							
Акролеїн		0,03	0,03							
Формаль-дегід		0,003	0,035							
Сірководень		0,006	0,008							
Свинець		0,0003	0,001							
Діоксид сірки		0,05	0,5							
Пил неорган.		0,05	0,15							
Фенол		0,003	0,01							
Фторівник		0,005	0,02							

Клас небезпеки 1 – свинець

Клас небезпеки 2 – діоксид азоту, акролеїн, формальдегід, сірководень, фенол, фторівник

Клас небезпеки 3 – діоксид сірки, пил неорганічний

Хід роботи

1. Виписати у таблицю 6.4 вихідні дані за номером варіанта. Для міста прийняти наступні умови: $A = 200$; висота викидів $H = 50$ м; $\Delta T > 50$.

2. З переліку виключити домішки для яких відсутнє значення ГДК.

3. За формулою 6.8 визначити характерний розмір міста.

4. Для основних домішок (пил, NO_2 , SO_2), що викидаються більшістю підприємств міста, за значеннями M та L на рисунку 6.1а визначити чи є перевищення ГДК і проставити "+" або "-" у 5 стовпчику таблиці 6.4

5. Для специфічних домішок, що надходять в атмосферу від одиночних джерел (акролеїн, аміак та ін.), при визначенні необхідності включення до списку використати теоретичний метод і розрахувати за формулою 6.1 НСП_1 для кожної речовини:

$$\text{НСП}_1 = \frac{M_i}{\text{ГДК}_{\text{сд}_i}}$$

Відповідно до значення ПЗА обрати значення РСП_1 . Порівняти отримані значення НСП_1 та РСП_1 , якщо $\text{НСП} \geq \text{РСП}$ то у 5 стовпчику таблиці 6.4 ставиться "+", у іншому випадку ставиться "-".

6. За формулою 6.2 розрахувати значення НСП_2 для всіх домішок, що мають $\text{ГДК}_{\text{мр}}$ (дані занести у стовпець 8), та порівняти ці значення з РСП_2

(табл. 6.2) для викидів при $\Delta T > 50$, $H = 50$ м. Для домішок, які мають $НСП_2 > РСП_2$, ставимо в стовпці 6 таблиці 6.4 знак «+», у іншому випадку ставиться "-".

7. За значеннями $НСП_1$ встановити місця речовин у переліку та проставити значення у стовпчику 9, за значеннями $НСП_2$ – у стовпчику 10. Місця встановлюються лише для домішок зі знаками "++", "-+", або "+-".

8. Визначити суму місць для кожної домішки і записати результат у стовпчику 11. Для речовин, які не мають $ГДК_{MR}$, номер місця подвоюється.

9. Скласти остаточний пріоритетний перелік домішок для організації спостережень у місті. Для однакових значень суми місць першою ставиться домішка з великим значенням $НСП_1 + НСП_2$ або домішка, клас небезпеки якої вищий.

Приклад розрахунку

Складіть пріоритетний список домішок, які підлягають контролю у місті Курахове, яке характеризується такими умовами: $A = 200$; $ПЗА = 2,5$; площа $S = 14$ км; висота викидів $H = 50$ м; $\Delta T > 50$, $v = 10$ м³/с. Дані інвентаризації викидів шкідливих речовин наведено у табл. 6.5. Отримані дані занести у таблицю 6.6.

Таблиця 6.5 – Дані інвентаризації викидів шкідливих речовин

Домішка	М, тис. т/рік	ГДК _{СД}	ГДК _{MR}
Діоксид азоту	12,07	0,05	0,085
Акролеїн	0,001	0,03	0,03
Аміак	7,938	0,04	0,2
Ацетон	1,932	0,35	0,35
Ізопентан	0,013	-	-
Свинець	0,0710	0,0003	-
Діоксид сірки	20,04	0,05	0,5

Розрахунок

1. Зі списку для визначення контрольованих показників виключаємо домішку, що не має ГДК – ізопентан.

2. Розраховуємо характерний розмір міста Курахове:

$$L_j = \sqrt{\frac{S_j}{\pi}} = \sqrt{\frac{14}{3,14}} = 2,11 \text{ км}$$

3. Для основних домішок (діоксид азоту, діоксид сірки), що викидаються безліччю підприємств, на рис. 6а за значеннями M та L для цих домішок визначаємо, що середні концентрації q_{SO_2} та q_{NO_2} перевищуватимуть відповідні ГДК_{СД}, тому у стовпці 5 таблиці 6.6 ставимо знак "+".

4. Для специфічних домішок (акролеїн, аміак та ін.), які надходять у атмосферу від одиночних джерел при визначенні необхідності включення до списку використовуємо теоретичний метод і за формулою (6.1) розраховуємо:

$$HСП_{1акролейн} = \frac{0,001}{0,03} = 0,033$$

$$HСП_{1аміак} = \frac{7,938}{0,04} = 198,45$$

$$HСП_{1ацетон} = \frac{1,932}{0,35} = 5,52$$

$$HСП_{1свинець} = \frac{0,0710}{0,0003} = 236,66$$

Оскільки ПЗА = 2,5 то РСР₁ приймаємо відповідним 200. Порівнюючи значення розрахованих НСП₁ та РСР₁, встановлюємо, що необхідно контролювати домішки свинцю, тому на проти неї у стовпці 5 табл. 6.6 ставимо знак «+», на проти інших специфічних домішок – знак «-».

5. Розраховуємо значення НСП₂ для всіх домішок, що мають ГДК_{МР} (дані заносимо у стовпець 8), та порівнюємо ці значення з РСР₂ з табл. 6.2 для викидів при ΔТ>50, Н = 50 м. Для домішок, які мають НСП₂ > РСР₂, ставимо в стовпці 6 знак "+".

$$HСП_{2акролейн} = \frac{0,001}{0,03} = 0,033$$

$$HСП_{2аміак} = \frac{7,938}{0,2} = 36,69$$

$$HСП_{2ацетон} = \frac{1,932}{0,35} = 5,52$$

$$HСП_{2свинець} = \frac{0,0710}{0,001} = 71$$

6. За значеннями НСП₁ встановлюємо місця речовин у переліку та проставляємо значення від 1 до 4 у стовпчику 9, за значеннями НСП₂ – у стовпчику 10. Місця встановлюємо лише для домішок зі знаками "++", "-+", або "+-".

7. Визначаємо суму місць для кожної з чотирьох домішок та записуємо до стовпця 11.

Таблиця 6.6 – Пріоритетний список домішок, які підлягають контролю у місті Курахове

Домішка	М, тис. т/рік	ГДК _{СД}	ГДК _{МР}	Контроль		НСР ₁	НСР ₂	Номер місця за		Сума місць
				НСР ₁	НСР ₂			НСР ₁	НСР ₂	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Діоксид азоту	12,07	0,04	0,2	+	+	301,75	60,35	2	2	4
Акролейн	0,001	0,03	0,03	-	-	0,033	0,033	-	-	-
Аміак	7,938	0,04	0,2	-	+	198,45	36,69	4	4	8
Ацетон	1,932	0,35	0,35	-	-	5,52	5,52	-	-	-
Ізопентан	0,013	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свинець	0,0710	0,0003	0,001	+	+	236,66	71	3	1	4
Діоксид сірки	20,04	0,05	0,5	+	+	400,8	40,08	1	3	4

8. Складаємо пріоритетний список домішок для організації спостережень у місті Курахове (табл. 6.7). При цьому для однакових значень суми місць першою ставиться домішка з великим значенням $НСП_1 + НСП_2$ або домішка, клас небезпеки якої вищий.

Таблиця 6.7 – Пріоритетний список домішок, які підлягають контролю у місті Курахове

№ місця	Назва домішки
1	Свинець
2	Діоксид азоту
3	Діоксид сірки
4	Аміак

Література [2, 3, 6, 24].

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ. АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ЗОСЕРЕДЖЕНИХ ТА ДИФУЗНИХ ДЖЕРЕЛ СКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ

Мета роботи: ознайомитися з алгоритмом та основними нормативними документами, що регламентують моніторинг джерел скидів забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти.

7.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Основними завданнями моніторингу джерел антропогенного впливу на водні об'єкти є:

- оцінка якісного та кількісного складу стічних вод безпосередньо у місці випуску у водні об'єкти;
- оцінка впливу на водний об'єкт, яка пов'язана безпосередньо з джерелом антропогенного впливу (приблизно в 500 м вище і нижче течії від джерела).

Для підготовки розділу необхідні такі матеріали:

1. Перелік вимірюваних параметрів (показників) відповідно до Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами (Постанова Кабміну №465 від 25.03.1991р.)

Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами є основним документом, що регламентує відведення у водоймища та водотоки зворотних вод. Вони визначають можливість повернення всіх вод у водні об'єкти, включаючи господарські та виробничі стічні води, дощові, талі, поливальні води забудованих територій, скидні води меліоративних систем та дренажні води.

2. Таблиця інвентаризації водозаборів та водовипусків, включаючи зосереджені та дифузні зливові стоки, що містить відомості, передбачені

«Методичними рекомендаціями з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами» (Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України №173 від 05.03.2021р.), Порядком розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких у водні об'єкти нормується (Постанова Кабміну №1100 від 11.09.1996р.), а також іншими документами, дозволеними для використання Мінприродою або прийнятими (затвердженими) на територіальному рівні. У програмі може бути наведено посилання на документ, у якому є ця таблиця.

Для визначення допустимості впливу на водні об'єкти від окремих випусків чи джерел скидів запроваджується норматив нормативно допустимих скидів шкідливих речовин (ПДВ). Суб'єкт господарської діяльності може мати не один, а кілька джерел скидання. Тому ПДВ встановлюється для кожного джерела скидів. При цьому враховуються показники:

- категорія водного об'єкта (гідрологічні характеристики, фонове забруднення, вид водокористування тощо);
- кількість і якість стічних вод, що скидаються, наявність та ефективність існуючих очисних споруд;
- лімітуюча ознака шкідливого впливу (ЛПВ), яка вводить обмеження на скидання шкідливих речовин у водні об'єкти для кожного інгредієнта при одночасній присутності у воді інших речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливої дії.

3. План-графік контролю скидання стічних вод у водні об'єкти. Перелік забруднюючих речовин та джерел скидання, що підлягають контролю, частота контролю визначаються відповідно до «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» або іншого документа, що не суперечить йому, узгодженого територіальними органами з охорони довкілля.

4. Карта-схема підприємства із зазначенням усіх випусків та водозаборів.

5. Свідоцтво про оцінку стану вимірювання чи акредитації лабораторії з відповідними програмами до них.

6. Відомості про наявність та частоту зовнішнього та внутрішнього метрологічного контролю вимірювань відповідно до ГОСТ 8.315-97 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Стандартні зразки складу та властивостей речовин і матеріалів. Основні положення. Зі зміною № 1; ДСТУ 2709-94. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення.

При організації моніторингу джерел скидів стічних вод у водні об'єкти суб'єкти господарської діяльності забезпечують виконання наступних спостережень:

- 1) у місці випуску стічних вод у водний об'єкт (створ скидання у водоймище);
- 2) у контрольних точках (створах), що розташовані на відстані не далі 500 м нижче місця скидання у водойму.

Контрольна точка (створ) відбору проб у водному об'єкті вище (по течії) випуску стічних вод (фоновий створ) визначається в безпосередньої близькості від нього з урахуванням згінно-нагінних явищ і зворотньої течії та виключення потрапляння до нього цих стоків. Контрольний створ нижче випуску (за течією) у водному об'єкті визначається розрахунковим методом з урахуванням змішування (розведення) від місця скидання стічних вод асиміляційної здатності водного об'єкта, але не далі 500м від місця скидання стічних вод. При випуску стічних вод, що розсіює, нижній контрольний створ вибирається в точці розсіювання стічних вод безпосередньо у місці скидання. Мережа спостережень джерел антропогенного впливу формується з урахуванням вимог:

- категорії водного об'єкта (комунально-побутового або рибогосподарського;
- об'ємом скидання стічних вод (найбільший обсяг припадає на скидання стічних вод з міських очисних споруд).

При здійсненні моніторингу впливів, згідно з «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», спостереження повинні вестися по всіх забруднюючих речовин, присутніх у стічних водах, що надходять у водний об'єкт. Перелік контрольованих речовин визначається Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України по регіону, виходячи із встановленого нормативу ПДВ. Узгоджується графік контролю, наприклад, за параметрами: рН, колір, запах, прозорість, БПК, сульфати, хлориди, зважені речовини, фосфати, іони амонію, нітрити, нітрати, нафтопродукти, залізо, СПАР (синтетичні поверхнево-активні речовини).

Для суб'єктів господарської діяльності, які є джерелами забруднення важкими металами та іншими специфічними речовинами, до графіка контролю додатково включається визначення важких металів (цинк, мідь, нікель, хром, свинець), до числа контрольованих важких металів можуть бути включені й інші (миш'як, ртуть, кадмій, алюміній, марганець та ін.) та специфічні речовини (фенол, ціаніди, жири та ін.).

У даний час не контролюється електропровідність, загальний органічний вуглець, органічні речовини (ароматичні вуглеводні, галогенізовані вуглеводні, хлорфенол), токсичність, органічний азот. З перерахованих показників визначення гострої токсичності є однією з умов отримання ліцензії тому обов'язковим включення цього показника до графіків контролю.

Питома електропровідність є індикаторним показником концентрації електролітів, які в розчині дисоціюють на катіони та аніони. Оскільки до переліку контрольованих показників включаються основні катіони та аніони, то визначення електропровідності не є обов'язковим.

Визначення органічного вуглецю характеризує забруднення водойми органічними речовинами або роботу споруд по очищення стічних вод. Для цього в даний час застосовуються показники – ГПК (біхроматна окислюваність) та БПК, які також дають уявлення про забруднення водоймища органічними речовинами. Для визначення органічного вуглецю застосовується більш трудомістка методика виконання вимірювань, також необхідно мати спеціальний дорогий прилад, однак критерій ГДК дотепер не розроблено.

Для всіх суб'єктів господарської діяльності встановлюється періодичність

спостережень – 1 раз на місяць, за винятком дрібних, які мають невеликий обсяг скидання та незначне забруднення, для яких територіальні органи з охорони навколишнього природного середовища можуть встановлювати періодичність – 1 раз на квартал.

Відбір, транспортування, зберігання проб стічних та природних вод проводиться відповідно до ДСТУ ISO 5667-10:2005 «Якість води. Відбирання проб. Частина 10. Настанови щодо відбирання проб стічних вод». Цей стандарт докладно описує відбирання проб побутових і промислових стічних вод, тобто розробляння програм відбирання проб і методи відбирання. Він охоплює стічні води усіх форм: промислові стічні води, неочищені й очищені побутові стічні води. Відбирання проб аварійних скидів не включено, хоча методи, описані у цьому стандарті, в ряді випадків можна застосовувати й до них.

ДСТУ ISO 5667-10:2005 встановлює вимоги до обладнання для відбору проб, підготовці проб до зберігання, до оформлення результатів відбору проб, транспортування проб, приймання проб у лабораторію.

Усі методики, які використовуються для моніторингу, повинні відповідати вимогам ДСТУ 2709-94. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Зазначений ДСТУ містить вимоги до розробки методик виконання вимірювань (МВІ), атестації МВІ, стандартизації та метрологічного нагляду за атестованими МВІ. Відповідно до вимог цього ДСТУ МВІ, які використовуються у сфері охорони навколишнього середовища, підлягають обов'язковій атестації, оскільки вимірювання в галузі охорони навколишнього середовища є сферою обов'язкового державного метрологічного контролю та нагляду.

Приклад плану спостережень за якістю стічних та поверхневих вод наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – План спостережень за якістю стічних та поверхневих вод

№ точки відбору проб на карті-схемі	Виробничі процеси, що впливають на якість стічних та поверхневих вод	Найменування ЗВ, вимірюваний параметр	Категорія стічних вод або водного об'єкту	Кількість планових вимірів у період часу	Методика виконання вимірів
2 (скидання)	гальванічне виробництво	мідь, кадмій, свинець, нікель, кобальт, цинк	промислові	1 раз на місяць	ISO 8288 "Визначення кобальту, нікелю, міді, цинку, кадмію та свинцю" та "Методи визначення елементів. Атомно-абсорбційна спекторметрія (AAS) метод "

		нітрат-іон			ДСТУ 8931:2019 Якість води. Методика визначення масової концентрації нітрат-іонів хемілюмінесцентним методом
3 (скидання)	охолодження глісажних труб	залізо	промислов і	1 раз на місяць	МБВ № 081/12-0175-05 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації заліза загального фотоколориметричним методом з роданідом
		сульфат-, сульфіт- та тіосульфат іонів	промислов і	1 раз на місяць	Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів титриметричним методом
		нафтопродукт и	промислов і	1 раз на місяць	МБВ № 081/12-0877-13 Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів методом інфрачервоної спектрофотометрії
6 500 м нижче скидання стічних вод	р. Дніпро	ХПК	рибо- господарсь кі	1 раз на місяць	МБВ № 081/12-0647-09 Методика виконання вимірювань масової концентрації ХСК у зворотних, поверхневих і підземних водах фотоколориметричним методом у діапазоні від 4 мгО/дм ³ до 10000 мгО/дм ³ включно
		хлорид-іон	рибо- господарсь кі	1 раз на місяць	МБВ № 081/12-0653-09 Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлоридів титриметричним методом

		сульфат-, сульфіт- та тіосульфат іонів	рибо- господарсь кі	1 раз на місяць	МВВ 081/12-0007-01 Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів гравіметричним методом
--	--	---	---------------------------	--------------------	--

7.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Письмово дати відповіді на питання.

1. Перерахуйте основні завдання моніторингу джерел скидів забруднюючих речовин у водоймища?
2. Проаналізуйте та наведіть список необхідних матеріалів при проведення моніторингу джерел скидів?
3. Опишіть організацію моніторингу джерел скидів?
4. Докладно викладіть алгоритм і вимоги до програми спостережень джерел забруднення водойм (план спостережень, хто, де, з якою періодичністю, як проводиться, форми подання та інші вимоги)?

Література [5, 20, 21]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8

МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ. ПРОВЕДЕННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА МОРФОМЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВОДОСХОВИЩ, ЇХ СТАНОМ ТА РЕЖИМОМ ВИКОРИСТАННЯ

Мета роботи: ознайомитися з основними вимогами до організації та проведенню моніторингу водосховищ комплексного призначення; опанувати алгоритм виконання спостережень на водосховищах комплексного призначення за берегами, що організуються на державному та регіональному рівнях.

8.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Основні вимоги до організації та проведенню моніторингу водосховищ комплексного призначення

1. Моніторинг водосховищ у частині спостережень за станом дна, берегів, станом і режимом використання водоохоронних зон та змінами морфометричних особливостей водних об'єктів або їх частин виконується єдиним блоком через тісний взаємозв'язок об'єктів моніторингу та досліджуваних ними процесів.
2. Склад спостережуваних та вимірюваних параметрів, періодичність спостережень та досліджень, форми та способи обробки матеріалів

спостережень повинні бути пов'язані з масштабами водосховища та інтенсивністю природних і антропогенних переформувань його дна, що відбуваються в ньому, берегів та водоохоронної зони.

3. Види, обсяги, технічні засоби вимірювань та методи здійснення робіт у рамках моніторингу дна, берегової лінії та стану водоохоронної зони водосховища встановлюють залежно від його стану та характерних особливостей, пріоритетних завдань та напрямів моніторингу, коштів, що виділяються на його проведення.

4. Процес організації та ведення державного моніторингу водосховищ у частині спостережень, що розглядається, складається з наступних етапів:

1. **Етап підготовки та розробки робочої програми** (далі – РП) передус початку циклу проведення регулярних (щорічних) натурних спостережень на водосховищах.

2. **Етап ведення регулярних (щорічних) натурних спостережень на водосховищах** виконується на основі таких методів: маршрутні морфологічні обстеження (зйомки), геодезичні та гідрометричні методи моніторингу; методи дистанційного зондування Землі.

До складу натурних спостережень входять такі види робіт:

- візуальні спостереження за станом дна (ложа) водосховища, рельєфу його берегів та водоохоронної зони;

- визначення характеристик стану гідрологічного режиму (рівня води та льодових умов);

- гідроакустична зйомка дна (ложа) водосховища для визначення фактичного планового та висотного положення відміток рельєфу дна водосховища в межах зони можливих деформацій та переформувань;

- геодезична зйомка берегів водосховища для визначення фактичного планового та висотного положення позначок схилів берегів водосховища в межах зони можливих деформацій та переформувань;

- аеровізуальна зйомка та фотодокументація проявів негативних процесів у водоохоронній зоні водосховищ та фактів їх впливу на господарські об'єкти.

Спеціалізовані гідроакустичні та геодезичні зйомки берегів водосховищ повинні виконуватись організаціями, які мають відповідні ліцензії на виконання даного виду робіт.

3. **Етап аналізу матеріалів моніторингу** включає поглиблений аналіз та прогноз переформувань ложа водосховища, його берегів, у тому числі на ділянках небезпечної взаємодії з інженерними спорудами, розташованими на водному об'єкті, аналіз стану та режиму використання водоохоронної зони водного об'єкта. Виконання етапу закріплено за Державним агентством водних ресурсів України та його територіальними органами виконавчої влади.

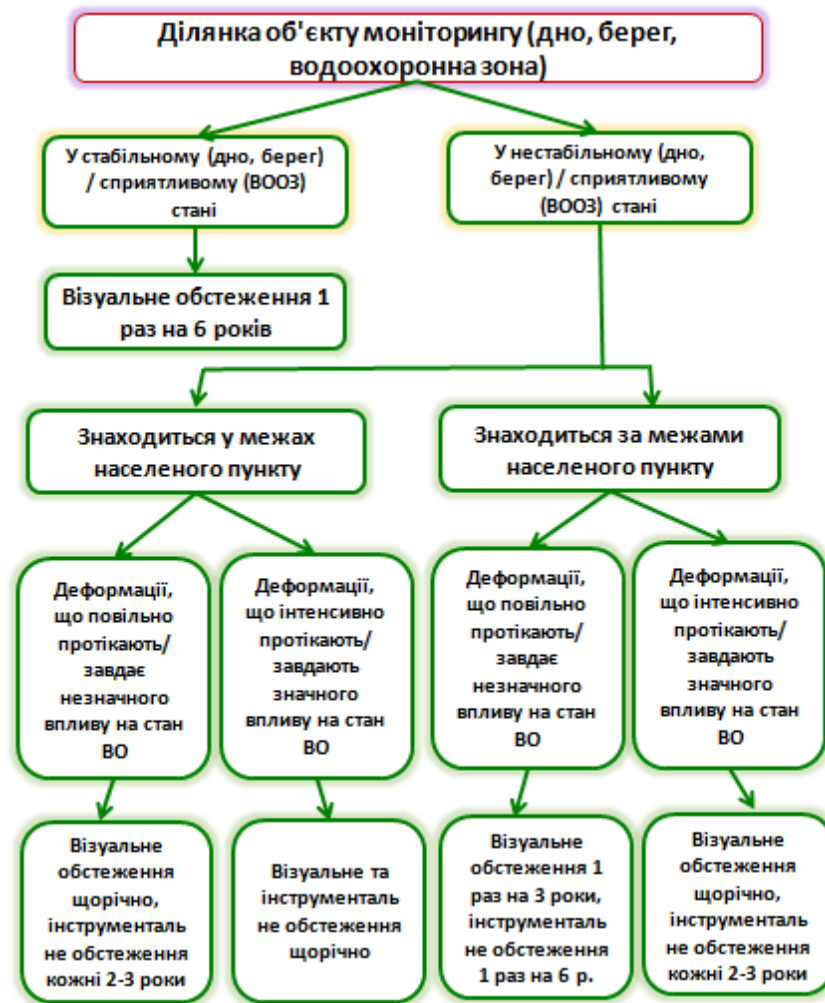


Рисунок 8.1 – Дерево прийняття рішень для класифікації різних ділянок об'єкта моніторингу (дно, берег, водоохоронна зона) та призначення періодичності виконання спостережень за ними

Основні цілі та методи здійснення маршрутного морфологічного обстеження водосховищ комплексного призначення

Метою виконання маршрутного морфологічного обстеження є оцінка фактичного стану об'єктів (елементів), що спостерігаються, водосховища, оцінка інтенсивності дії на об'єкти (елементи) моніторингу природних факторів та антропогенної діяльності за аналізований період та тенденцій зміни стану водного об'єкта під впливом сукупності перелічених чинників.

Об'єктами спостережень на водному об'єкті є його береги, дно (ложе), водоохоронна зона та інженерні споруди, розташовані на берегах водного об'єкта, його акваторії, а також у межах водоохоронних зон.

Під час здійснення маршрутного морфологічного обстеження (зйомки) водосховищ комплексного призначення використовуються методи візуального обстеження, методи дистанційного зондування Землі, геодезичні та гідрометричні методи моніторингу.

Спостереження за станом дна (ложа) водоймища виконуються за допомогою його гідроакустичної зйомки. В результаті гідроакустичної зйомки будуються профілі дна (ложа) водосховища у контрольних створах

спостережень.

Спостереження за станом берегів та водоохоронною зоною водосховища виконуються шляхом візуального маршрутного обстеження, методами дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ) та геодезичної зйомки окремих ділянок.

Загальна оцінка стану берегів та водоохоронної зони водосховища виконується на основі аналізу космознімків, наявних карт та візуального польового обстеження.

Детальна оцінка стану окремих ділянок берегів та водоохоронної зони виконується на основі аналізу аерофотознімків, отриманих з безпілотних літальних апаратів та аналізу результатів їх геодезичної зйомки. Результатом робіт є оглядові карти та плани, фотоматеріали, великомасштабні плани та поперечні профілі окремих ділянок берегів водосховища.

На підставі комплексного маршрутного морфологічного обстеження складаються такі матеріали, як описи, абрисы, карти, профілі, фотоматеріали, що характеризують стан дна, стан та положення берегової лінії, стан водоохоронної зони водосховища.

Пріоритетні водні об'єкти при складанні/реалізації регіональних програм

Пріоритетними водними об'єктами при складанні/реалізації регіональних програм слід розглядати водні об'єкти, які:

- 1) є джерелами питного та господарсько-побутового водопостачання;
- 2) знаходяться у районах високої антропогенної освоєності;
- 3) використовуються для забезпечення потреб енергетики, судноплавства, оборони та безпеки держави;
- 4) водні об'єкти, на яких проведені, або плануються проведення заходів щодо відновлення водних об'єктів.

Приклад виконання спостережень на водосховищах комплексного призначення за берегами, що організуються на державному та регіональному рівнях:

1. Моніторинг берегів водосховищ комплексного призначення, організований Державним агентством водних ресурсів України та його територіальними органами виконавчої влади, що охоплює візуальними спостереженнями всю берегову лінію водного об'єкта.

2. Загальна оцінка стану берегів водоймища виконується на основі аналізу даних дистанційного зондування Землі, наявних даних акварайонування для конкретного водного об'єкта та візуального маршрутного обстеження.

3. На попередньому камеральному етапі здійснюється загальна класифікація берегів водосховища із виділенням ділянок, що визначають їх морфологічні та динамічні особливості:

- заплавні ділянки та ділянки без заплав;
- ділянки зі стабільними берегами;
- ділянки, на яких деформація берегів має природний характер та визначається динамікою водних мас у водному об'єкті;

- ділянки, на яких деформація берегів визначається геологічними та ерозійними процесами на території водоохоронної зони водного об'єкта;
- ділянки, на яких деформація берегів визначається господарською діяльністю, що проводиться на берегах водного об'єкта у межах водоохоронної зони;
- ділянки надзвичайного антропогенного навантаження на прибережні території та ложа водного об'єкта.

4. У ході загальної класифікації відокремлюються ділянки з негативними водно-ерозійними процесами (руйнування, розмив берегового схилу), процесами заболочування, підтоплення та зневоднення (осушення). Такі ділянки включаються до переліку для проведення їх детального інструментального обстеження на етапі польової експедиційної частини робіт.

5. При призначенні періодичності проведення детальних спостережень слід керуватися деревом прийняття рішень (рис. 8.1). Частота проведення інструментальних досліджень у міру здійснення моніторингу у рамках 6-річного циклу спостережень може коригуватися для окремих ділянок як у бік зменшення, так і у бік збільшення.

6. Польове експедиційне обстеження берегів здійснюється шляхом візуального маршрутного обходу (з води та по суші) та аеровізуального обстеження, інструментального обстеження окремих ділянок.

Основним завданням візуального маршрутного обстеження є оцінка загального стану берегів водного об'єкта; встановлення причин виникнення на окремих ділянках негативних водно-ерозійних процесів; процесів заболочування, підтоплення та зневоднення (осушення).

Ціль детальних інструментальних обстежень окремих ділянок берегів водного об'єкта – фіксація їх геометричних параметрів (протяжність, площа), встановлення просторового та висотного положення берегової кромки, відстеження в динаміці зміни цих параметрів.

Інструментальне обстеження слід виконувати за допомогою наступних засобів вимірювання:

- рулетка, екер, лазерний далекомір, компас;
- геодезичне обладнання (нівелір, теодоліт, тахеометр, або комплект супутникових ГНСС-приймачів);
- БЛА, оснащені GPS-приймачами.

Для ділянок, де процеси, що протікають, не надають істотного впливу на стан водного об'єкта (подалі від урбанізованих територій, на ділянках з ерозійними процесами, що повільно протікають тощо), інструментальне обстеження допускається виконувати за допомогою найпростіших технічних засобів вимірювання (рулетка, екер, лазерний далекомір, компас, GPS-приймач).

Для ділянок, де процеси, що протікають, можуть надавати суттєвого впливу на стан водного об'єкта та безпеку населення, що мешкає поблизу (ділянки берегів у межах населених пунктів, що примикають до території житлової забудови, ділянки з ерозійними процесами, що інтенсивно протікають, розташованими поблизу водозабірних споруд насосних станцій, мостових переходів, ГТС і т.п.), інструментальне обстеження слід виконувати

за допомогою геодезичного обладнання та БЛА.

Усі роботи супроводжуються фотозйомкою та веденням польового журналу виконання робіт.

7. На камеральному етапі виконується обробка результатів інструментальних вимірювань та підготовка звітної документації за поточний рік.

Звітна документація містить загальну характеристику водного об'єкта, опис спостережень, виконаних у поточному році, способів та технології їх виконання, фотоматеріали, карти, плани, профілі.

Для ділянок берегів, на яких проведено інструментальну зйомку, будуються великомасштабні плани. На планах показується поточне геопросторове становище берегової кромки та її становище у попередній період. Чисельно оцінюються зміни та їх інтенсивність.

Ранжування ступеня впливу водно-ерозійних процесів на безпеку населення та господарств рекомендується виконувати згідно зі шкалою візуальної оцінки небезпечних руслових процесів, що наведена нижче. Водному об'єкту може бути присвоєно оцінку від 0 до 5 балів. Результати моніторингу за берегами водоймища зводяться у спеціальну затверджену форму.

Підсумковий результат обстеження – якісна оцінка інтенсивності змін стану берегів водосховища. При цьому використовується 5-бальна шкала оцінки інтенсивності деформацій берегової лінії водного об'єкта:

1 бал – розробка інженерних заходів не потрібна, виконуються візуальні та інструментальні спостереження 1 раз на 5–6 років;

2 бали – розробка інженерних заходів не потрібна, виконуються візуальні спостереження 1 раз на 2–3 роки, інструментальні спостереження 1 раз на 5–6 років;

3 бали – розробка інженерних заходів не потрібна, виконуються візуальні та інструментальні спостереження 1 раз на 2–3 роки;

4 бали – розробка інженерних заходів не потрібна, виконуються візуальні та інструментальні спостереження 1 раз на 2 роки;

5 балів – потрібна розробка інженерних заходів, виконуються щорічні інструментальні спостереження 1 разів на рік.

8. На основі якісної оцінки інтенсивності деформацій берегів водних об'єктів Державне агентство водних ресурсів України та його територіальні органи виконавчої влади здійснюють прогнозування змін їх стану для своєчасного планування інженерних заходів

8.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Письмово дати відповіді на питання.

1. Основні вимоги до організації та проведенню моніторингу водосховищ комплексного призначення.

2. Етапи, з яких складається процес організації та ведення державного моніторингу водосховищ у частині спостережень.

3. Основні цілі та методи здійснення маршрутного морфологічного обстеження водосховищ комплексного призначення.

4. Пріоритетні водні об'єкти при складанні та реалізації регіональних програм.
5. Завдання візуального маршрутного обстеження.
6. Ціль детальних інструментальних обстежень.
7. Засоби вимірювання, які застосовуються при виконанні інструментального обстеження.
8. Алгоритм виконання спостережень на водосховищах комплексного призначення за берегами, що організуються на державному та регіональному рівнях.

Література [2, 3, 5]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №9 МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ. ОЦІНКА СТУПЕНЯ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ

Мета роботи: ознайомитися з методикою оцінки ступеня деградації ґрунтів за різними критеріями.

9.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Погіршення властивостей ґрунту як довкілля біоти внаслідок впливу природних або антропогенних факторів називається **деградацією**. Ґрунти, у яких протікають процеси природного чи антропогенного характеру, що призводять до зниження виробництва сільськогосподарської продукції або її якості називають **деградованими**.

Під ступенем деградації ґрунтів і земель загалом розуміється характеристика їхнього стану, що відображає погіршення якості їх складу та властивостей. Крайнім ступенем деградації є знищення ґрунтового покриву.

Ступінь деградації ґрунтів та земель для кожного з виділених видів деградації характеризується (у балах) такими рівнями:

0 – недеградовані ґрунти, продуктивність яких відповідає природній родючості (можливі відхилення в несприятливий бік до 5%);

1 – слабodeградовані ґрунти, можливе зниження яких не перевищує 25%;

2 – середньodeградовані ґрунти з падінням продуктивності на 25–50%;

3 – сильньodeградовані ґрунти, зниження продуктивності яких становить 50–75%;

4 – дуже сильно деградовані ґрунти, зниження продуктивності яких досягає 75% і більше.

Сільськогосподарські угіддя 3 та 4 ступеня деградації з сильноеродованими, сильнозасоленими, сильнозаболоченими ґрунтами, схильні до опустелювання, що мають просадки поверхні внаслідок видобутку корисних копалин, коли використання земель із зазначеними ознаками деградації за цільовим призначенням призводить до подальшого розвитку негативних процесів, погіршення стану ґрунтів та екологічної обстановки, а

також землі, забруднені вище 4 (в обов'язковому порядку) та вище 3 рівня (в окремих випадках за висновками фахівців), підлягають консервації.

Підготовку матеріалів з консервації земель здійснюють органи Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру за участю Міністерства аграрної політики та продовольства України та Державної санітарно-епідеміологічної служби України.

Як критерії деградації ґрунтів можуть застосовуватися як абсолютні значення показників, так і їх зміна (кратність) стосовно вихідного або прийнятого за контроль стану ґрунту. За норму або еталон ґрунту при визначенні ступеня її деградації може бути використано однотипний умовно непорушений ґрунт або дані попередніх досліджень.

Як показник швидкості деградації ґрунтів використовують величину періоду деградації, тобто, гіпотетичний час (у роках), за який аналізований ґрунт пройде по аналізованому показнику шлях від нульової (0) до четвертого (4) ступеня деградації. Таким чином, період деградації є величина, обернена до швидкості деградації. Розмір періоду деградації може мати негативне значення. В такому випадку мова йде не про погіршення, а про поліпшення ґрунту за показником, що розглядається. За наявності кількох факторів деградації ґрунтів встановлення її ступеня проводиться по кожному зі спостережуваних факторів.

Якщо деградація ґрунту характеризується збільшенням значення показника (щільність ґрунту, кількість патогенних організмів, вміст важких металів тощо), то період деградації (у роках) розраховується за формулою:

$$T_d = \frac{(X_{\max} - X_0) \cdot \Delta T}{(X_1 - X_0)} \quad (9.1)$$

де $X_{\max}$ – значення показника, що відповідає 4 балам деградації;

ΔT – часовий проміжок між двома обстеженнями (в роках);

X_1 – значення критерію деградації ґрунту при поточному обстеженні;

X_0 – попереднє значення критерію деградації ґрунту.

У разі коли деградація ґрунту характеризується зменшенням значення показника (вміст елементів живлення, потужність органогенного горизонту тощо) період деградації визначається наступним чином:

$$T_d = \frac{(X_0 - X_{\min}) \cdot \Delta T}{(X_0 - X_1)} \quad (9.2)$$

де $X_{\min}$ – значення показника, що відповідає 4 балам деградації.

Якщо при визначенні хімічного забруднення рівень вмісту елемента в незабрудненому ґрунті дорівнює 0 (наприклад, нафтопродуктів), то можна користуватися наступною формулою:

$$T_d = \frac{X_{\max} \cdot \Delta T}{(X_1 - X_0)} \quad (9.3)$$

У підсумковій оцінці ступеня деградації враховуються:

- процес, що має найбільшу швидкість деградації;
- бал ступеня порушеності ґрунту;
- період деградації.

Приклади підсумкової оцінки ступеня деградації ґрунту:

а) фізичне ущільнення – 3^{20} ; хімічне забруднення – 2^5 .

Де: 3 та 2 – ступінь деградації, а 20 та 5 – період.

За фізичним ущільненням: сильно деградований ґрунт з тенденцією збільшення щільності. Період деградації за цим показником становить 20 років. За хімічним забрудненням ґрунт середньо деградований, але процес прогресує так швидко (період деградації за цим показником становить 5 років), що через 1–3 роки ступінь хімічної деградації буде порівнянна з фізичною і тому вже зараз необхідна розробка системи заходів щодо запобігання надходженню в ґрунт токсичних речовин.

б) хімічне забруднення – 3^5 ; фізичне ущільнення – 2^5 .

Даний ґрунт є сильно деградованим через хімічне забруднення. За фізичним забрудненням він відноситься до середньодеградованого. Однак період деградації по його хімічному забрудненню дорівнює мінус 5 років, що свідчить про його поліпшення за останній період спостережень, у зв'язку з чим основну увагу слід приділити ліквідації причин і наслідків процесів фізичної деградації, що інтенсивно протікають у ґрунті.

Визначення ступеня фізичної деградації ґрунтів

Фізична деградація ґрунтів встановлюється щодо зміни потужності органогенного горизонту, потужності абіотичного наносу, щільності ґрунту, рівня ґрунтових вод (табл. 9.1).

Визначення ступеня хімічної деградації ґрунтів

Результатом нераціонального використання ґрунтів у сільськогосподарському виробництві може стати їхнє виснаження, що зв'язується в першу чергу зі зниженням вмісту поживних елементів у ґрунті та часто є визначальною причиною зниження продуктивності полів. В свою чергу, забруднення ґрунтового покриву різними токсичними речовинами також призводить до зниження якості і навіть кількості врожаю.

Таблиця 9.1 – Показники та критерії фізичної деградації ґрунтів

Показники фізичної деградації земель	Ступінь деградації у балах				
	0	1	2	3	4
	слабодеградований		сильно деградований		Дуже сильно деградований
Потужність органогенного горизонту (зниження на частку	<0,1 А	(0,1-0,2)А	(0,3-0,5)А	(0,6-1,0)А	>А

потужності)					
Потужність абіотичного наносу, см	<1	1-3	4-10	11-20	>20
Щільність ґрунту (кратність збільшення)	<1,1 раз	1,10-1,20 раз	1,21-1,30 раз	1,31-1,40 раз	>1,40 раз
Рівень ґрунтових вод (перевищення критичного УГВ), %	нижче критичного	0-15	16-30	31-50	>50

Хімічну деградацію ґрунту оцінюють за зміною змісту валових та рухомих форм основних поживних елементів, легкорозчинних солей, обмінного натрію, величини окислювально-відновного потенціалу та ступеня забруднення ґрунту окремими токсикантами (табл. 9.2).

При розрахунку бала деградації ґрунтів, викликаного забрудненням важкими металами, використовують дані щодо ГДК у ґрунтах.

Таблиця 9.2 – Показники та критерії хімічної деградації ґрунтів

Показники хімічної деградації земель	Ступінь деградації у балах				
	0	1	2	3	4
Вміст основних поживних елементів (кратність зниження)	<1,2	1,2-1,5	1,6-2,0	2,1-5,0	>5,0
Вміст гумусу (кратність зниження)	<1,2	1,2-1,4	1,5-1,7	1,8-2,0	>2,0
Вміст легкорозчинних солей (Збільшення у %)	<5	5-10	11-25	26-50	>51
Зміст обмінного натрію (збільшення % від ЕКО)	<50	51-100	101-200	201-400	>400
Ступінь забруднення (перевищення величини ГДК, кратність)					
1 група токсичності	<1	1,0-2,0	2,1-3,0	3,1-5,0	>5,0
2 група токсичності	<1	1,0-3,0	3,1-5,0	5,1-10,0	>20,0
3 група токсичності	<1	,0-5,0	5,1-20,0	21-100	>100

Алгоритм визначення ступеню та періоду фізичної деградації ділянки сільськогосподарських угідь

1. Визначення балу деградації ґрунту через кратність збільшення щільності ґрунту (відношення: обстежуваний ґрунт/фон)

2. При збереженні тенденції збільшення щільності через деякий час ґрунт може перейти в розряд деградованих, тому необхідно розрахувати період деградації за формулою (9.1).

3. Визначення загальноприйнятим чином фізичну деградацію ґрунту (див. приклади).

9.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання.

1. Оцінити ступінь та період фізичної деградації ділянки сільськогосподарських угідь, що знаходиться у межах міста. Дані для розрахунку наведено в таблиці 9.3.
2. Дайте визначення поняття «деградовані ґрунти».
3. Скільки виділяється рівнів ступенів деградації ґрунтів?
4. Які дії необхідно застосувати до сільськогосподарських земель третього та четвертого рівня деградації?
5. Дайте визначення поняття «період деградації».
6. Перерахуйте параметри, за якими встановлюється фізична деградація ґрунтів.
7. Перерахуйте параметри, за якими встановлюється хімічна деградація ґрунтів

Таблиця 9.3 – Вихідні дані для визначення ступеню та періоду деградації ділянки сільськогосподарських угідь

№	Часовий проміжок між двома обстеженнями, рік	Щільність досліджуваного ґрунту, г/см ³	Фонові щільність досліджуваного ґрунту, г/см ³
1	17	1,49	1,03
2	20	1,43	1,01
3	13	1,36	1,0
4	9	1,50	1,13
5	21	1,40	1,1
6	18	1,46	1,06
7	7	1,37	1,01
8	11	1,58	1,03
9	22	1,42	1,12
10	6	1,55	1,09
11	12	1,47	1,05
12	5	1,48	1,03
13	23	1,27	1,02
14	14	1,44	1,08
15	24	1,51	1,04
16	19	1,39	1,11
17	8	1,29	1,01
18	10	1,41	1,02
19	13	1,45	1,07
20	16	1,38	1,12

Приклад розрахунку

Оцінити ступінь та період деградації ділянки сільськогосподарських

угідь, що знаходиться у межах міста. Часовий проміжок між двома обстеженнями – 15 років. Щільність досліджуваного ґрунту – 1,25 г/см³. Фонова щільність досліджуваного ґрунту – 1,20 г/см³.

Розв'язання

1. Визначення балу деградації ґрунту через кратність збільшення щільності ґрунту:

$$\frac{1,25}{1,2} = 1,04$$

2. Розрахунок періоду деградації:

$$T_d = \frac{(X_{\max} - X_0) \cdot \Delta T}{(X_1 - X_0)}$$

$$T_d = \frac{(1,4 - 1,2) \cdot 15}{(1,25 - 1,2)} = 60 \text{ років}$$

3. Фізичне ущільнення 1⁶⁰. За фізичним ущільненням: слабодegradовані ґрунти з незначною тенденцією збільшення щільності. Період деградації за цим показником становить 60 років.

Література [1, 3, 4]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №10 МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОЮ ВОДОЙМ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

Мета роботи: ознайомитися з методом оцінки забруднення нафтою водойм – джерел вологи для сільськогосподарських угідь.

10.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Водні об'єкти – джерела води для сільськогосподарських полів, при цьому нафта, і особливо – нафтопродукти, є найнебезпечнішими забруднювачами. Нафтопродукти складаються з тих самих компонентів, що й нафта, але вони мають свої особливості, пов'язані з технологією виробництва. Деструктивні способи одержання ряду видів нафтопродуктів збільшують у них вміст ненасичених вуглеводнів і канцерогенних сполук, нехарактерних для природної нафти. Це робить більшість нафтопродуктів екологічно більш шкідливими, ніж сира нафта. Тим не менш, попадання великих мас нафти у ґрунт та у водоймища призводить до різкої трансформації та/або загибелі екосистем.

Екологічні збитки від забруднення ґрунтів вуглеводнями значні: порушуються структура, водний і сольовий режим ґрунтів, співвідношення та рухливість у них хімічних елементів, трансформується ґрунтовий біоценоз, деградує наземна рослинність, забруднюються поверхневі та ґрунтові води, приземна атмосфера.

Одна тонна нафти покриває площу водного резервуара до 12 км². Не

менш небезпечними щодо цього є її похідні (табл. 10.1): найповільніше з них розтікається мазут, займаючи, відповідно, меншу площу.

Таблиця 10.1 – Розрахункові характеристики аварійних розливів нафтопродуктів за 2 години при штилі

Нафтопродукт	Радіус плями, м*	Швидкість розтікання, м/с**
Мазут	7-2155	0,001–0,3
Дизельне паливо	16-5154	0,002–0,7
Бензин	19-5894	0,003–0,8

* – при об'ємі розливу від 1 до 10 000 м³;

** – при температурі 0°C та 20°C

Оцінка дрейфу масляних плівок (від аварійних розливів) особливо актуальна на мілководдях, оскільки на глибинах, близько двох метрів і менше, забрати нафту складніше технічно.

Нафта в певних умовах і дозах може сприятливо впливати на живу речовину, проте в результаті появи плівки у воді знижується вміст кисню і починають бурхливо розвиватися анаеробні бактерії. Найбільш небезпечним є тривале знаходження у воді важких нафтопродуктів, що містять токсичні компоненти. Легкі нафтопродукти надають сильний, але короточасний токсичний вплив на живі організми. Автотрофи, що вижили після першого залпового удару і які зазнали наркотичного впливу, відносно швидко відновлюються в ході самоочищення середовища.

Нафтопродукти все ж таки схильні до розкладання, але швидкість цього процесу залежить від низки причин:

- температура води: аеробне розкладання нафтопродуктів починається лише за позитивних температур (+5°C і вище), у зв'язку з чим відстань, на яку поширюються нафтопродукти взимку може бути більшим, ніж влітку;
- наявність у воді кисню та біогенних речовин: при дефіциті цих складових швидкість процесу може зменшуватися більш ніж у вісім разів;
- хімічний склад нафтопродуктів: найбільшу небезпеку становлять важкі фракції нафти, оскільки вони можуть осідати на дно, де їхнє розкладання протікає дуже повільно; в загальному, нафта містить понад 60 хімічних елементів;
- ступінь контакту нафтопродуктів із водним середовищем, тобто наявність або відсутність стратифікації нафтопродуктів у водотоку, а також ступінь дисперсності емульгованої частини нафтопродуктів;
- наявність у воді найвищої рослинності.

Вплив останнього фактора може збільшити швидкість самоочищення водотоку від нафти до 10 разів. Швидкість окислення нафтової плівки за вегетаційний період становить 240 мг/м². Взимку вплив нафти на довкілля має свою специфіку: рослинності та ґрунтам буде нанесено менша шкода, ніж улітку, попри те, що взимку загальна ефективність самоочищення від плівок сирої нафти втричі менша. Основну роль у цьому процесі грає випаровування з льоду та снігу – 50–80% та фотоокислення 15–35%. Нафта, крім того, дуже активно взаємодіє з льодом, який здатний поглинати її до ¼ своєї маси.

Загалом розкладання нафти йде дуже повільно, повний її розпад відбувається приблизно 150 днів.

Значна група поліциклічних вуглеводнів, що знаходяться в сирій нафті, що потрапила у водоймища, згубно впливає на рибу та інші організми. Крім того, на мешканців нафта завдає механічного впливу, що перешкоджає руху, харчуванню та диханню. Споживання цього каустобіоліту з кормом позначається на зниженні чисельності промислових видів риби. Забруднення вод продуктами переробки нафти відбивається на розвитку ікри та мальків риби, чисельності та видовому складі кормових ресурсів річок, на якості та придатності в їжу риби. Вміст нафти у воді вище 0,1 мг/л надає м'ясу риби непереборний ні за яких технологічних обробках присмак та специфічний запах.

За існуючими нормативами якості вод водойм рибогосподарського значення на поверхні водного дзеркала водних об'єктів у зоні антропогенного впливу не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, олій, жирів та скупчення інших домішок. ГДК нафти не має перевищувати 0,05 мг/л. У водоймах господарсько-питного та культурно-побутового водокористування встановлена ГДК становить 0,1–0,3 мг/л. Однак, навіть у концентраціях, значно нижче ГДК, нафта має виражену мутагенну та інгібуючу дію. Деякі її компоненти викликають судоми, отруєння, захворювання шкіри. Токсичними можуть бути, наприклад, ароматичні вуглеводні, сірчисті сполуки, деякі метали, що знаходяться у досить високих концентраціях у нафтовому розчині. Ще більш токсичні нафтопродукти – різноманітні за складом та призначенням речовини, отримані шляхом переробки нафти та газу.

Рослини стосовно нафтового забруднення мають різну чутливість: у живого ґрунтового покриву вона вища, ніж у лісоутворюючих порід. Рослинність у межах нафтової плями може загинути повністю або на 80% відразу або через 2–3 вегетаційні періоди. Піонерами заростання свіжих розливів нафти є водорості, мохи, осоки, вейники, хвощі, з деревних порід – береза, осика, верба козяча, сосна.

Глибина проникнення нафти в товщу ґрунтів за високого стояння рівня ґрунтових вод на болотних ділянках зазвичай не перевищує 5–7 м. У торф'яно-болотних ґрунтах нафта здатна проникати на глибину 20–50 см, і, в основному, розтікається в горизонтальному напрямку.

Велику небезпеку нафтові забруднення становлять у незамкнених низинних болотах і озерах, розташованих у заплавах річки та на надзаплавних терасах. У цих місцях нафтове забруднення завжди буде винесене в гідрографічну мережу і стане небезпечним для існування біогеоценозів, далеко розташованих від місця розливу нафти. У зв'язку з цим, розміщення нафтопроводів на цих ландшафтах необхідно допускати лише у виняткових випадках. Переважним є прокладання нафтопроводів на суходолах або в районах замкнених улоговин, у яких поширення нафтового розливу буде зведено до мінімуму.

Алгоритм визначення площі водойми під нафтовою плівкою та час її окислення

1. Визначення площі водойми, покритої нафтовою плівкою (з теоретичної

частини відома площа покриття однієї тонни нафти) (пропорцією).

2. Розрахунок скільки мг нафти припадає на 1 м² води.

3. Визначення часу окиснення нафтової плівки (з теоретичної частини відома швидкість окиснення за вегетаційний період) (пропорцією).

4. Сформулювати висновок.

10.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання.

1. Визначити площу водойми під нафтовою плівкою та час її окиснення. Дані для розрахунку наведено в таблиці 10.2.

2. Перелічіть наслідки розливу нафти (нафтопродуктів) на поверхні водойми.

3. Від чого залежить швидкість розкладання нафти (нафтопродуктів)?

4. Назвіть ГДК нафти у водоймах рибогосподарського призначення та у водоймах господарсько-питного та культурно-побутового водокористування.

5. Назвіть приблизну глибину проникнення нафти у торф'яно-болотних ґрунтах.

6. Перерахуйте рекомендації розташування нафтопроводів у різних ландшафтах для мінімізації їхнього впливу.

Таблиця 10.2 – Вихідні дані для визначення площі водойми під нафтовою плівкою та час її окиснення

№	Площа акваторії водоймища, км ²	Обсяг нафти, що надійшов у водойму, т	Тривалість теплого (вегетаційного) періоду (з температурою вище +5°C)
1	180	11,4	146
2	102	8,6	140
3	178	6,5	148
4	191	7,3	143
5	108	10,9	135
6	171	12,7	145
7	147	9,9	137
8	165	7,9	141
9	134	8,4	139
10	195	6,7	147
11	183	10,5	144
12	195	12,6	142
13	193	7,6	134
14	167	11,2	148
15	163	6,6	136
16	143	8,8	147
17	174	9,7	138

18	217	11,5	132
19	167	9,1	145
20	186	10,3	140

Приклад

Визначити площу водойми під нафтовою плівкою та час її окиснення, якщо:

- площа акваторії водойми становить 35 км²;
- скидання нафти у водойму склало 4,5 т.
- тривалість теплого (вегетаційного) періоду (з температурою вище +5°C) – 150 днів.

Розв'язання

1. Визначення площі водойми, покритої нафтовою плівкою.

Відомо, що одна тонна нафти покриває площу водойми до 12 км², тоді 4,5 т:

$$S = \frac{4,5 \cdot 12}{1} = 54 \text{ км}^2$$

2. Розрахунок обсяг нафти, що припадає на 1 м² води.

$$4,5 \text{ т} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ мг}$$

$$54 \text{ км}^2 = 54 \cdot 10^6 \text{ м}^2$$

$$Q = \frac{4,5 \cdot 10^9}{54 \cdot 10^6} = 83,33 \text{ мг/м}^2$$

3. Визначення часу окиснення нафтової плівки.

Відомо, що швидкість окиснення нафтової плівки за вегетаційний період (150 діб) становить 240 мг/м², або 1,6 мг/м² за одну добу вегетаційного періоду.

Таким чином, час окиснення нафтової плівки площею 54 км² становить:

$$T = \frac{83,33}{1,6} = 52,1 \approx 53 \text{ доби}$$

Література [1, 3, 4]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №11 МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ. АЛГОРИТМ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

Мета роботи: ознайомитися з алгоритмом та основними нормативними документами, що регламентують проведення моніторингу ґрунтів

11.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Відповідно до Земельного кодексу України землекористувачі зобов'язані не допускати засолення, забруднення земель, а також інших процесів, погіршують стан ґрунтів, крім того, організувати контроль за їх використанням. Однією з основних завдань моніторингу земель є оцінка забруднення ґрунтів під впливом антропогенних джерел.

Організація моніторингу здійснюється відповідно до постанови Кабінету міністрів України №661 від 20.08.1993 р. "Про затвердження Положення про моніторинг земель", а також ДСТУ 7933:2015 Охорона ґрунтів. Моніторинг еродованих ґрунтів. Основні положення. Контроль за санітарним станом ґрунтів населених місць, сільськогосподарських угідь, територій курортних зон та окремих установ здійснюється відповідно до Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення затвердженого наказом Міністерства аграрної політики України від 26 лютого 2004 року № 51 та іншими нормативними документами.

Для організації моніторингу проводиться підготовчий етап, що включає:

- встановлення переліку потенційних джерел забруднення;
- складання карти техногенних навантажень досліджуваної території на яку наносяться джерела антропогенного впливу, зони їх можливого впливу;
- рекогносцирувальне обстеження з метою візуального виявлення забруднених земель та уточнення місць розташування точок відбору проб, складання схеми відбору (схема відбору залежить від типу джерела та характеру просторового розподілу забруднюючих речовин у ґрунтах обстежуваної ділянки);
- виявлення зони з найбільшим рівнем забруднення та пріоритетні для контролю забруднюючі речовини відповідно до встановлених критеріїв (табл. 11.1);
- дослідження з відбором проб за наміченою схемою, з урахуванням наступних умов:

1. Якщо джерело забруднення точкове, шлях надходження забруднюючих речовин повітряний і передбачається прямопропорційний зв'язок між рівнем забруднення та відстанню до джерела, то доцільно відбирати зразки проб за 4–8 напрямками (румбами) від джерела, розташовуючи точки відбору частіше поблизу джерела і з великими інтервалами на видаленні від нього. Частота та дальність пробовідбору залежить від потужності джерела та природно-кліматичних умов району. В цілому рекомендується відбір за румбами через 0,5; 1; 2; 4; 8; 16 км.

2. Якщо джерело забруднення лінійне, шлях надходження забруднюючих речовин повітряний, то розміщувати точки необхідно вздовж джерела по лініях, також зменшуючи кількість точок з відстанню від нього, розташовувати лінії пробовідбору рекомендується на відстані 0,1; 0,2; 0,5 км.

3. Якщо пріоритетною забруднювальною речовиною є рідина (нафта та нафтопродукти), система відбору будується в залежності від складності ландшафту, геохімічної та гідрологічної обстановки. Точки відбору об'єднуються в систему профілів, розташованих у напрямку руху поверхневого стоку від місця розливу до місця проміжної чи кінцевої акумуляції. Мінімальна кількість профілів – 3. Якщо на території, що обстежується, немає яскраво виражених точкових джерел забруднення (або багато джерел, вплив яких перекривається), а також при майданному джерелі забруднення (звалища, полігони і т.п.), то краще використовувати відбір проб по рівномірній розрядженій сітці (розмір комірки – від 1*1 до 5*5 км).

4. Для виключення локальних особливостей розподілу забруднюючих

речовин, відбирають не точкові, а змішані проби. Змішана проба складається з щонайменше 15 точкових, рівномірно розподілених на майданчику. Обсяг точкових проб однаковий, тому для відбору краще використовувати бур. Точкові проби поєднують і ретельно перемішують, потім беруть змішаний зразок масою близько 500 г.

Таблиця 11.1 – Показники рівня забруднення земель хімічними речовинами

Елемент, сполука	Вміст (мг/кг), що відповідає рівню забруднення				
	1 рівень допустимий	2 рівень низький	3 рівень середній	4 рівень високий	5 рівень дуже високий
Неорганічні сполуки					
Кадмій	<ГДК	від ГДК до 3	3-5	5-20	>20
Свинець	<ГДК	від ГДК до 125	125-250	250-600	>600
Ртуть	<ГДК	від ГДК до 3	3-5	5-10	>10
Миш'як	<ГДК	від ГДК до 20	20-30	30-50	>50
Цинк	<ГДК	від ГДК до 500	500-1500	1500-3000	>3000
Мідь	<ГДК	від ГДК до 200	200-300	300-500	>500
Кобальт	<ГДК	від ГДК до 50	50-150	150-300	>300
Нікель	<ГДК	від ГДК до 150	150-300	300-500	>500
Молібден	<ГДК	від ГДК до 40	40-100	100-200	>200
Олово	<ГДК	від ГДК до 20	20-50	50-300	>300
Барій	<ГДК	від ГДК до 200	200-400	400-2000	>2000
Хром	<ГДК	від ГДК до 250	250-500	500-800	>800
Ванадій	<ГДК	від ГДК до 225	225-300	300-350	>350
Фтор	<ГДК	від ГДК до 15	15-25	25-50	>50

Землі, забруднені вище 5 рівня в обов'язковому порядку, а вище 4 рівня – в окремих випадках за висновками фахівців, підлягають консервації.

На другому етапі робіт на основі проведених обстежень здійснюється:

1. Вибір ділянок (пробних майданчиків) для моніторингу.

Вибрані ділянки наносяться на карти-схеми. Під час здійснення моніторингу незалежно від того, чи є джерело забруднення точковим або майданним, пробовідбір проводять по рівномірній випадково-упорядкованій сітці (рекомендований розмір комірки від 0,1*0,1 до 0,5*0,5 км). Усередині кожного осередку сітки вибирається ключовий (пробний) майданчик. Відносна свобода у розміщенні пробного майданчика в межах сітки дає можливість розташовувати її в місцях з найбільш характерними умовами місцевості та виключити пробовідбір там, де він неможливий (будівлі, водойми тощо) це дозволить зменшити вплив природних факторів на локальний перерозподіл забруднюючих речовин; достовірніше визначити площу забрудненої території. Розмір ключової ділянки повинен бути не менше 10*10 м. Відбір проб на ключовій ділянці проводять також, як описано вище при попередньому обстеженні. Для контролю речовинами, що поверхнево розподіляються (нафта, нафтопродукти) точкові проби відбирають пошарово з глибини 0-5 та 5-20 см масою трохи більше 200 г кожна.

2. Вибір показників для моніторингу.

Перелік показників для моніторингу визначається на основі попередніх обстежень з урахуванням особливості території та першочерговими щодо організації спостережень негативними процесами, що призводять до забруднення ґрунтів.

1. Щорічний систематичний моніторинг проводять на найбільш забруднених пробних майданчиках; на інших – не рідше 1 разу на 5 років. Як фонові використовують прилеглі, не схильні до забруднення ґрунтові ділянки відведених земель.

2. Мережа моніторингу має бути динамічною та переглядатися з обліком даних аналізів та інших відомостей.

На основі даних складається план спостережень за забрудненням ґрунтів (табл. 11.2).

Таблиця 11.2 – План спостережень за забрудненням ґрунтів

№ Пробної ділянки на картосхемі	Назва забруднюючої речовини	Кількість планових вимірювань у проміжок часу	Методика виконання вимірів
Пробний майданчик 1 в районі шламонакопичувача	нафтопродукти	1 раз на рік, навесні після відтавання снігу	MBB 31-497058-009-2002 MBB 31-497058-017-2003
	хлорид-іон		ДСТУ ISO 13536:2001
Пробний майданчик 2 в районі спостережної свердловини 5	нафтопродукти	1 раз на рік, навесні після відтавання снігу	MBB 31-497058-009-2002 MBB 31-497058-017-2003
	хлорид-іон		ДСТУ ISO 13536:2001
Пробний майданчик 3	нафтопродукти	1 раз на рік, навесні	MBB 31-497058-009-

на межі СЗЗ		після відтавання снігу	2002 МВВ 31-497058-017- 2003
	хлорид-іон		ДСТУ ISO 13536:2001

11.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Письмово дати відповіді на питання.

1. Які основні документи регламентують проведення моніторингу ґрунтів.
2. Що включає підготовчий етап моніторингу ґрунтів.
3. Перерахуйте умови, що враховуються при відборі проб ґрунту.
4. Які речовини є пріоритетними при проведенні моніторингу ґрунту.
5. Перерахуйте роботи, що проводяться на другому етапі моніторингу ґрунту.

Література [1, 22, 23]

ПРАКТИЧНА РОБОТА №12 БІОІНДИКАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА

Мета роботи: ознайомитися з етапи проведення моніторингу зелених насаджень міста.

12.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Згідно із законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» зелені зони відносяться до особливо охоронюваних природних територій. Рослинність на вулицях міст розглядається, перш за все, з погляду покращення середовища життя для людини в гігієнічному та естетичному відносінах. Рослини збагачують повітря киснем, зволожують і очищають його, сприяють зниженню шуму, впливають на мікроклімат території. Екологічний моніторинг стану зелених насаджень є складовою частиною системи державного екологічного моніторингу.

Екологічний моніторинг стану зелених насаджень ведеться з метою контролю за стійкістю, життєздатністю, пошкодженістю деревних та чагарникових рослин, а також за станом трав'янистої рослинності (газонів, квітників та інше). Об'єктами екологічного моніторингу стану зелених насаджень є зелені насадження, розташовані на територіях зелених насаджень усіх видів.

Результати екологічного моніторингу стану зелених насаджень використовуються для обґрунтування та прийняття управлінських, господарських, технологічних та інших рішень, вибору оптимальних варіантів стратегії та заходів щодо охорони навколишнього середовища з метою забезпечення раціонального та екологічно обґрунтованої діяльності при

управлінні зеленим фондом міста, що враховує середню функцію зелених насаджень.

Відомо, що основні екологічні фактори у містах суттєво відрізняються від тих, які впливають на рослини у природній обстановці. Забруднення повітря, води, ґрунту впливає на фізіологічні функції рослин, їх зовнішній вигляд, стан, тривалість життя, генеративну сферу. Речовини-токсиканти адсорбуються на клітинних оболонках рослин, що проникають усередину клітин, порушують обмін речовин; внаслідок чого різко знижується фотосинтез, посилюється дихання. Зазвичай ознаки ураження рослин токсикантами виражаються в некрозі краю листя, побурінні листя та хвої, появі потворностей, відмиранні. Пил, що осідає на листя діє як екран, що знижує доступ світла і підсилює поглинання теплової радіації. Крім того, можлива закупорка листя пиловими частинками. Забруднення ґрунту та вод нафтопродуктами викликає різні етапи пошкодження рослин – від відсутності зав'язування насіння та відмирання окремих органів до повної загибелі. Серед рослин є види, чутливі до забруднення середовища, і більш витривалі.

Найбільш газостійкі: туя західна, клен ясенелистний, бузина, тополя канадська, бузок амурська, сніжноягідник білий, глід.

Достатньо газостійкі: барбарис, жимолість татарська, троянда зморшкувата, бузок угорський, спірея, смородина золотиста, яблуні ягідні та китайська, ялина колюча.

Негазостійкі: ялина, ялиця, кедр, ялівець, клен гостролистий, береза, тополя бальзамічна, бузок звичайний, черемха звичайна.

Етапи проведення моніторингу зелених насаджень міста

I. Підготовчий етап:

- 1) постановка мети та завдань обстеження;
- 2) підготовка матеріалів та обладнання для проведення польових робіт (планшети, олівці, лінійки, гумки, компаси, мірні стрічки, рулетки, мірні вилки, мотузка, папір);
- 3) ознайомлення з об'єктом обстеження;
- 4) складання планкарти об'єкту обстеження (парку, скверу, бульвару, вулиці і т.і.).

II. Проведення обстеження:

1. Для роботи знімається копія плану об'єкта.
2. Інвентаризований об'єкт поділяється на умовні облікові ділянки.
3. На кожній обліковій ділянці проводяться вимірювання відстаней між деревами, визначається їх положення щодо один одного, будівель, газонів, тротуарів і т. д. відповідно до сторін горизонту. Дерева наносяться на план-карту ділянки, кожному дереву, чагарнику чи групі чагарників надається порядковий номер у межах облікової ділянки.

4. До польового щоденника записується дата обстеження, номер облікової ділянки та такі дані:

- а) місце розташування та характеристики озеленювальних насаджень;
- б) вид насаджень (пересічна, групова посадка, одиночні екземпляри);
- в) номер дерева (чагарника);
- г) порода (рід, вид);

- д) діаметр стовбура дерева на висоті 1,3 м (см);
- е) клас санітарного стану;
- ж) клас естетичної цінності;
- з) стан насаджень.

5. Стан насаджень визначається за ознаками:

"добре" – насадження здорові, з добре розвинуеною кроною, без суттєвих ушкоджень;

«задовільне» – насадження здорові, але з неправильно розвинуеною кроною, зі значними пораненнями, що не загрожують їх життю або ушкодженнями, з дуплами та ін;

«незадовільне» – насадження з неправильно та слабо розвинуеною кроною, із значними пошкодженнями, пораненнями, зараженістю хворобами або шкідниками, що загрожують їх життю.

Для оцінки санітарного стану та стійкості зелених насаджень використовується класифікація Н.М. Тюльпанова:

1 клас – насадження абсолютно здорові, що мають гарне зростання і розвиток, здорових дерев та чагарників на ділянці не менше 90%;

2 клас – насадження здорові, але з явно уповільненим зростанням, здорових рослин на ділянці щонайменше 50%;

3 клас – насадження з різко вираженим уповільненим зростанням, нестійкі; під впливом несприятливих факторів починається розпад насаджень; здорових рослин щонайменше 20%.

Для естетичної оцінки зелених насаджень використовується така трибальна шкала:

1 клас – висока естетична цінність; ділянки з високими декоративними якостями, цінні за складом деревних порід та чагарників; проведення господарських заходів на ділянці у найближчі роки не потрібно;

2 клас – середня естетична цінність; ділянки із середніми декоративними якостями, насадження відрізняються одноманітністю по породного складу, загущені або з великою домішкою малоцінних порід; для підвищення естетичної цінності потрібно проведення спеціальних заходів (рубки догляду, посадки цінних дерев та чагарників);

3 клас – низька естетична цінність; ділянки характеризуються невисокими декоративними якостями, насадження монотонні і не цікаві за складом порід або ж схильні до хвороб, що всихають, які мають низьку стійкість; потрібно проведення складніших заходів щодо покращення насаджень (санітарні рубки, реконструкція насаджень та посадка нових цінних порід дерев та чагарників).

Стан зелених насаджень та елементів благоустрою території визначається за ознаками, наведеними у таблиці 12.1.

Таблиця 12.1 – Показники оцінки стану зелених насаджень та елементів благоустрою

Стан дерев	Категорія стану	Основні ознаки
Дерева		
Добрий	Без ознак	Листя або хвоя зелені, нормальних розмірів, крона

	ослаблення	густа, нормальної форми та розвитку, приріст поточного року нормальний для цього виду, віку, умов зростання дерев і сезонного періоду, пошкодження шкідниками та ураження хворобами поодинокі або відсутні
Задовільний	Ослаблені	Листя або хвоя часто світліше звичайного, крона слабоажурна, приріст ослаблений порівняно з нормальним, у кроні менше 25% сухих гілок. Можливі ознаки місцевого пошкодження стовбура та кореневих лап, гілок, механічні пошкодження, одиничні водяні пагони
Задовільний	Сильно ослаблені	Листя дрібніше або світліше звичайного, хвоя світлозелена або сірувата матова, крона ізрежена, сухих гілок від 25 до 50%, приріст зменшено більше ніж наполовину проти нормального. Часто є ознаки пошкодження хворобами та шкідниками стовбура, кореневих лап, гілок, хвої та листя, у тому числі є місцеві поселення стовбурових шкідників, у листяних дерев часто водяні пагони на стовбурі та гілках
Незадовільний	Усихають	Листя дрібніше, світліше або жовтіше звичайного, хвоя сіра жовтувата або жовто-зелена, часто передчасно опадає чи усихає, крона сильно урізана, у кроні понад 50% сухих гілок, приріст поточного року сильно зменшено чи відсутнє. На стовбурі та гілках часто є ознаки заселення стовбуровими шкідниками (вхідні отвори, насічки, скотіння, буре борошно та тирсу, комахи на корі, під корою та в деревині); у листяних дерев рясні водяні пагони, іноді усохлі або усихаючі
Незадовільний	Сухостій поточного року	Листя усохло, зів'яло або передчасно обпало, хвоя сіра, жовта або бура, крона усохла, але дрібні гілочки та кора збереглися. На стовбурі, гілках та кореневих лапах часто ознаки заселення ствольовими шкідниками або їх вилітні отвори
Незадовільний	Сухостій минулих років	Листя і хвоя обсіпалися або збереглися лише частково, дрібні гілочки та частина гілок опали, кора зруйнована або опала на більшій частині стовбура. На стовбурі та гілках є вилітні отвори комах, під корою – рясна бурова мука і грибниця дереворуйнівних грибів
Чагарники		
Добрий	Без ознак ослаблення	Чагарники здорові (ознаки захворювань та ушкоджень шкідниками немає); без механічних пошкоджень, нормального розвитку, густо листяні, забарвлення та величина листя нормальні
Задовільний	Ослаблені	Чагарники з ознаками уповільненого зростання, з наявністю поганих гілок (до 10-15%), зміною форми крони, є пошкодження шкідниками
Задовільний	Сильно ослаблені	Чагарники з ознаками уповільненого зростання, з наявністю поганих гілок (від 25 до 50%), крона зріджена, форма крони змінена, приріст зменшено більш ніж наполовину в порівнянні з нормальним
Незадовільний	Усихають	Кущі перерослі, ослаблені (з дрібним листям, немає приростів), з усиханням крони більше 50%, є ознаки

		ураження хворобами та шкідниками
Незадовільний	Сухостій поточного року	Листя усохло, зів'яло або передчасно обпало, крона усохла, але дрібні гілочки та кора збереглися
Незадовільний	Сухостій минулих років	Листя обсіпалося, крона усохла, дрібні гілочки і частина гілок опали, кора зруйнована чи опала на більшій частині гілок
Газони		
Добрий	Поверхня добре спланована, травостій густий, однорідний, рівномірний, регулярно стрижений, колір інтенсивно зелений, небажаної рослинності та моху немає, площа проективного покриття 90-100%	
Задовільний	Поверхня газону з помітними нерівностями, травостій нерівний з домішкою небажаної рослинності, нерегулярно стрижений, колір зелений, площа проективного покриття не менше 75%	
Незадовільний	Травостій зріджений, неоднорідний, багато небажаної рослинності, нерегулярно стрижений, забарвлення газону нерівне, з переважанням жовтих відтінків, є мох, багато лисин і витоптаних місць, площа проективного покриття менше 75%	
Квітники		
Добрий	Поверхня ретельно спланована, ґрунт поживний, рослини добре розвинені, рівні за якістю; небажаної рослинності та відпаду немає	
Задовільний	Поверхня грубо спланована, з помітними нерівностями, ґрунт слабо удобрений, рослини нормально розвинені. Відпад незначний, небажана рослинність поодинокі (до 10% площі)	
Незадовільний	Поверхня спланована грубо, ґрунт не поживний, рослини слабо розвинені, відпад значний, багато небажаної рослинності (більше 10% площі)	
Малі архітектурні форми		
Добрий	Виконані відповідно до проекту, надійно закріплені, пофарбовані вологостійкими фарбами. Пісок у дитячих пісочницях не містить домішок (зерен гравію, глини)	
Задовільний	Є незначні порушення конструкцій, що не впливають на функціональність використання; МАФ надійно закріплені, але фарбування поверхні неякісне (до 10-15%). Пісок у дитячих пісочницях містить незначні домішки (зерен гравію, глини)	
Незадовільний	Мають місце механічні пошкодження, порушення конструкцій, часткова відсутність елементів, ненадійні кріплення, недбале фарбування або наявність незабарвлених місць більше 15%	
Дорожньо-стежкова мережа		
Добрий	Дороги добре сплановані, верхній шар ущільнений, відсутність просядок, бордюрний камінь у хорошому стані	
Задовільний	Хороше планування дорожнього полотна, просідання та вибоїни до 10-15%, на доріжках з м'яким покриттям є окремі екземпляри небажаної рослинності, бордюрний камінь місцями відсутній	
Незадовільний	Планування дорожнього полотна порушено, просядки та вибоїни більше 15%, застій води, доріжки з м'яким покриттям заросли небажаною рослинністю. Оцінка стану стежки (протопу) оцінюється як незадовільний	

Таблиця 12.2 – Форма запису результатів обстеження у польовому щоденнику

Дата обстеження _____

Номер облікової ділянки _____

Вид насадження	№ дерева	Порода, рід, вид	Діаметр ствола, см (на висоті 1,3 м)	Кількість стволів	Стан			Примітка
					добрий	задов.	незадов.	

III. Обробка матеріалів обстеження

1. На підставі робочих карток облікових ділянок складається загальна картка зелених насаджень об'єкта. За наявності технічної можливості цю роботу рекомендується виконувати за допомогою комп'ютерної геоінформаційної системи.

2. За даними польових щоденників складається паспорт об'єкта озеленення, до якого включаються результати обстеження за формою, наведеною в табл. 12.2. Крім того, за цими даними складається зведена таблиця, що містить відомості про загальну кількість дерев за породами, діаметрами та станом (табл.12.3).

3. Аналіз отриманих результатів, формулювання висновків та узагальнень, рекомендацій та пропозицій.

Інвентаризація зелених насаджень населеного пункту є початком екологічного моніторингу селітебної території за допомогою рослин. Матеріали досліджень можуть бути піддані комп'ютерній обробці, що підвищує практичне значення дослідження.

Таблиця 12.3 – Паспорт зелених насаджень

Дата обстеження _____

Номер облікової ділянки _____

Номер ділянки	Вид насадження	Порода, рід, вид, № дерева	Діаметр ствола, см (на висоті 1,3 м)	Кількість стволів	Стан			Примітка
					добрий	задов.	незадов.	

12.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання. Письмово дати відповіді на питання.

1. Загальні поняття про екологічний моніторинг стану зелених насаджень.
2. Наведіть класифікацію рослин (з прикладами) за газостійкістю.
3. Етапи проведення моніторингу зелених насаджень міста.
4. Ознаки за якими визначається стан зелених насаджень.
5. Оцінка санітарного стану та стійкості зелених насаджень
6. Естетична оцінка зелених насаджень
7. Форма запису результатів обстеження у польовому щоденнику

8. Паспорт зелених насаджень

Література [3, 4, 6, 7]

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Щепак, В.В. Моніторинг та охорона земель : навч. посіб. / В. В. Щепак. – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – 120 с.
2. Бойчук, Ю.Д. Екологія і охорона навколишнього середовища : навч. посіб. / Ю.Д. Бойчук, Е.М. Солошенко, О.В. Бугай. – 4-е вид. – Суми : Унів. кн., 2019. – 316 с. : іл.
3. Рома, В.В. Навчальний посібник для вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / В.В. Рома, О.В. Степова. – Полтава : ПолтНТУ, 2016. – 117 с.
4. Моніторинг довкілля : підручник / [В.М. Боголюбов, М.О. Клименко, В.Б. Мокін та ін. ; за ред. В.М. Боголюбова]. – Вид. 2-ге, перероб. і доп. – Київ : НУБіПУ, 2018. – 435 с.
5. Степова, О.В. Моніторинг вод : навч. посіб. / О.В. Степова, В.В. Рома. – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – 82 с.
6. Моніторинг довкілля : конспект лекцій для студ. 2 і 3 курсів денної та 3 курсу заочної форм навч. за спец. 183 – Технології захисту навколишнього середовища та 101 – Екологія / уклад. Ю. Л. Коваленко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 144 с.
7. Моніторинг довкілля : конспект лекцій / уклад. Л. Л. Гурець. – Суми : Сумський держ. ун-т, 2016. – 250 с.
8. Гудков, І.М. Радіоекологічний моніторинг : навч. посіб. / І.М. Гудков, В.О. Кашпаров, О.Ю. Паренюк. – Київ : НУБіПУ, 2018. – 194 с.
9. Якість води. Відбирання проб. Частина 10. Настанови щодо відбирання проб стічних вод : ДСТУ ISO 5667-10:2005 – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 14 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=52415> (дата звернення: 25.06.2023).
10. Якість води. Відбирання проб. Частина 11. Настанови щодо відбирання проб підземних вод : ДСТУ ISO 5667-11:2005. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=52474> (дата звернення: 25.06.2023).
11. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб : ДСТУ ISO 10381-2:2004. – [Чинний від 2006-04-01]. - К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 28 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=58855> (дата звернення: 25.06.2023).
12. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб : ДСТУ ISO 10381-1:2004. – [Чинний від 2006-04-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2004. – 36 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=58984> (дата звернення: 25.06.2023).

13. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Настанови з відбирання проб : ДСТУ 8812:2018. – [Чинний від 2019-12-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 43 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=79266> (дата звернення: 25.06.2023).

14. Про затвердження Порядку ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря [Електронний ресурс] : постанова № 1655 від 1 груд 2001 р. / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1655-2001-п#Text> (дата звернення: 25.06.2023).

15. Про затвердження Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві [Електронний ресурс] : наказ № 7 від 10 лютого 1995 р. / Мін-во охорони навкол. Природ. середовища та ядерної безпеки України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0061-95#Text> (дата звернення: 25.06.2023).

16. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення швидкості та об'ємної витрати газопилових потоків : ДСТУ 8725:2017. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 50 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=71893> (дата звернення: 25.06.2023).

17. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення вологості газопилових потоків : ДСТУ 8826:2019. – [Чинний від 2020-01-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 37 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=82136> (дата звернення: 25.06.2023).

18. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення тиску та температури газопилових потоків : ДСТУ 8726:2017. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 19 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=71894> (дата звернення: 25.06.2023).

19. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами [Електронний ресурс] : постанова № 465 від 25 березня 1991 р. / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-п#Text> (дата звернення: 25.06.2023).

20. Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами [Електронний ресурс] : постанова № 173 від 05 березня 2021 р. / Мін-во захисту довкілля та природ. ресурсів України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173926-21#Text> (дата звернення: 25.06.2023).

21. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення : ДСТУ 2709-94. – [Чинний від 1995-07-01]. – К. : Держстандарт України, 1994. – 7 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=25701> (дата звернення: 25.06.2023).

22. Охорона ґрунтів. Моніторинг еродованих ґрунтів. Основні положення : ДСТУ 7933:2015. – [Чинний від 2016-09-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 10 с. – Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=62850> (дата звернення: 25.06.2023).

23. Про затвердження Положення про моніторинг земель [Електронний ресурс] : постанова № 661 від 20 серпня 1993 р. / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-93-п#Text> (дата звернення: 25.06.2023).

24. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля» студентами спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / уклад. Н.М. Вознюк, А.М. Прищепа. – Рівне : НУВГП, 2018. – 28 с.