

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЗ «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК**



**Курс лекцій і практичні завдання
з дисципліни**

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

**для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 101 Екологія**

Полтава, 2023

Рецензенти: **В. В. Лавров**, доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри загальної екології та екотрофології БНАУ

Т. В. Шупова, канд. біол наук, с.н.с, завідувач відділу популяції екології Інституту еволюційної екології НАНУ

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Державного закладу «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» від 23.06.2023 (протокол № 12)

Моніторинг довкілля: курс лекцій і практичні завдання / укладачі:
Блінкова О. І., Березенко К. С. – Полтава: ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023
– 167 с.

Курс лекцій і практичні завдання з дисципліни «Моніторинг довкілля» призначені для набуття та формування здобувачами фундаментальних базових знань, практичних умінь та навичок щодо основних підходів до здійснення моніторингу довкілля на локальному, регіональному, національному та глобальному рівнях; для засвоєння методичних основ організації спостережень, проведення аналізу та прогнозування стану забруднення атмосфери, гідросфери, ґрунтового покриву та геологічного середовища; розроблення природоохоронних заходів.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
МОДУЛЬ I. Моніторинг довкілля як галузь екологічної науки і природоохоронної діяльності	7
Теоретична частина	
Тема 1. Історичні аспекти формування системи моніторингу. Мета та основні завдання дисципліни, її зв'язок з іншими предметами.....	7
Тема 2. Класифікація систем моніторингу довкілля. Основні підходи до визначення об'єктів моніторингу довкілля.....	15
Тема 3. Особливості функціонування державної і регіональних систем моніторингу довкілля України.....	19
Тема 4. Антропогенний вплив на довкілля. Види, показники і індикатори забруднення.....	25
Тема 5. Екологічна ефективність. Критерії та показники оцінювання екологічної ситуації та екологічного стану території. Методи прогнозування змін стану довкілля.....	31
Тема 6. Основи екологічного картографування.....	40
Тема 7. Методи і засоби моніторингових досліджень, вимірювання параметрів довкілля.....	46
Тема 8. Інформаційні технології у системі екологічного моніторингу. Регіональні системи моніторингу довкілля.....	55
Практичні завдання	
Практична робота №1. Екологічний моніторинг – основні поняття, нормативно-правова база.....	61
Практична робота №2. Види забруднення довкілля та фактори впливу на довкілля. Техносфера та техногенез.....	63
Практична робота №3. Основні показники/елементи системи моніторингу довкілля.....	64
Практична робота №4. Регіональні системи моніторингу довкілля (на прикладі м. Києва).....	65
Практична робота №5. Складання паспорта району екомоніторингу.....	67
Практична робота №6. Моніторинг територій, що охороняються. Визначення екологічних показників заповідних територій.....	68
Практична робота №7. Прилади для визначення метеорологічних елементів.....	69
Практична робота №8. Використання ГІС-технологій в моніторингу довкілля.....	71
Практична робота №9. Моніторинг довкілля в зоні бойових дій.....	72
МОДУЛЬ II. Особливості здійснення моніторингу складових довкілля	74
Теоретична частина	
Тема 1. Моніторинг атмосферного повітря.....	74
Тема 2: Моніторинг поверхневих вод.....	82
Тема 3. Моніторинг ґрунтів та геологічного середовища.....	96
Тема 4. Моніторинг поводження з відходами.....	107

Тема 5. Глобальна система моніторингу навколишнього середовища. Кліматичний моніторинг.....	114
Тема 6. Біотичний моніторинг. Біоіндикація та біотестування.....	120
Тема 7. Лісовий моніторинг.....	124
Тема 8. Агроекологічний моніторинг.....	126
Тема 9. Особливості проведення соціально-екологічного моніторингу. Доступ громадськості до інформації екологічного спрямування.....	129
Практичні завдання	
Практична робота №1. Визначення запиленості повітря ваговим методом..	132
Практична робота №2. Система екологічного моніторингу стану поверхневих вод. Фізико-хімічні дані стану поверхневих вод.....	133
Практична робота №3. Визначення органолептичних властивостей води..	134
Практична робота №4. Використання карт та показників ґрунтового покриття для моніторингу ґрунтів та геологічного середовища.....	135
Практична робота № 5. Глобальний моніторинг навколишнього середовища. Кліматичний моніторинг.....	137
Практична робота №6. Дендроіндикація стану урбоекосистеми як моніторинг стану біотичних ресурсів.....	138
Практична робота №7. Особливості проведення лісового моніторингу.....	139
САМОСТІЙНА РОБОТА	141
ДОВІДНИК ТЕРМІНІВ	142
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	143
ДОДАТКИ	144

ВСТУП

Стійкість тріади «соціум–довкілля–економіка» обумовлена сучасними викликами надмірного росту продуктивних сил, зростанням чисельності населення, військовими конфліктами тощо. Як наслідок, відзначено суттєвий деструктивний вплив антропогенного чинника на всі структурно-функціональні компоненти екосистем різного рівня ієрархії. Встановлення стану стійкої рівноваги між живими угрупованнями та середовищем існування, мінімізацію негативних наслідків втручання людини у довкілля, поліпшення екологічної ситуації від локального до національного рівнів можна досягти якісним управлінням соціально-економічними системами всіх рівнів ієрархії, забезпечивши їх орієнтацію на принципи збалансованого розвитку (sustainable development). Одним з основних шляхів реалізації концепції збалансованого розвитку суспільства є впровадження та удосконалення на всіх організаційних рівнях науково-обґрунтованої системи екологічного моніторингу.

Курс лекцій з практичними завданнями «Моніторинг довкілля» дозволить опанувати ключові положення оцінювання і прогнозування стану середовища життєдіяльності суспільства, умов функціонування екосистем для прийняття управлінських рішень щодо екологічної безпеки, збереження довкілля й раціонального природокористування.

Мета вивчення освітнього компоненту – формування фундаментальних базових знань, вмінь та практичних навичок щодо засвоєння основних підходів здійснення моніторингу довкілля на локальному, регіональному, національному та глобальному рівнях; методичних основ організації спостережень, проведення аналізу та прогнозування стану забруднення атмосфери, гідросфери, ґрунтового покриву та геологічного середовища; розроблення природоохоронних заходів.

У результаті вивчення освітнього компоненту здобувач освіти буде **знати:**

- сучасні концепції здійснення моніторингу навколишнього природного середовища;
- нормативно-правову базу України з питань структури, організації та функціонування системи моніторингу довкілля;
- типи антропогенних забруднень та зміни антропогенного навантаження на різних етапах розвитку суспільства;
- шляхи здійснення обмеження шкідливого впливу на навколишнє природне середовище;
- правові основи стандартизації і нормування;
- особливості функціонування та основні завдання, що вирішуються при здійсненні моніторингу на певному рівні;
- перелік показників складу та властивостей основних компонентів довкілля;
- вимоги щодо методів і технологій, які використовуються для комплексної оцінки стану довкілля з позицій їх відповідності міжнародним та європейським стандартам;

- різновиди приладів і засобів вимірювань показників якості компонентів довкілля;
- сутність аналітичних та математико-картографічних методів аналізу довкілля.

вміти:

- обґрунтовувати доцільність здійснення моніторингу довкілля;
- орієнтуватись у виборі того чи іншого елемента системи моніторингу для вирішення певних завдань у практичній діяльності;
- визначати рівень моніторингу відповідно до переліку об'єктів та суб'єктів його функціонування;
- використовувати необхідні нормативи та методичні документи, враховуючи особливості здійснення моніторингу на будь-якому з рівнів;
- здійснювати вибір методик вимірювань показників складу та властивостей компоненту навколишнього природного середовища;
- визначати оптимальні методи вимірювання параметрів довкілля для різних видів забруднювачів;
- розробляти програми і встановлювати терміни проведення моніторингових робіт;
- прогнозувати стан довкілля на перспективу;
- розробляти рекомендації природоохоронних заходів.

Модуль 1
**МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ ЯК ГАЛУЗЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ НАУКИ
І ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Теоретична частина

Тема 1: Історичні аспекти формування системи моніторингу.

Мета та основні завдання дисципліни, її зв'язок з іншими предметами

Величезне посилення антропогенного навантаження на водні та наземні екосистеми Землі спричинило практично незворотні зміни у всій біосфері. Інтенсивний розвиток науково-технічного прогресу зумовив виникнення низки глобальних екологічних проблем, кожна з яких здатна призвести до знищення нашої цивілізації. Найбільш пріоритетними є: дефіцит прісної води, зниження видового біологічного і ландшафтного різноманіття планети, парниковий ефект, озонові діри, кислотні дощі, забруднення Світового океану, опустелення, загибель лісів тощо [44, 63]. Досягнення екоклімаксу можливе через реалізацію концепцію збалансованого розвитку суспільства. Організацією Об'єднаних Націй було визначено сімнадцять цілей сталого розвитку, відповідно до яких доцільно сформувані завдання сталого розвитку [44, 63]:

1. Створення механізмів соціально-економічного характеру, спрямованих на подолання бідності.
2. Забезпечення людства продуктами харчування у тому обсязі та тій якості, якої потребує наявна на планеті кількість людей із урахуванням демографічних змін як на найближчу, так і на стратегічну перспективу.
3. Формування умов для розвитку системи охорони здоров'я у країнах із різним рівнем розвитку та життя населення. Розробка механізмів боротьби із глобальними епідеміями та глобальними невиліковними хворобами.
4. Створення умов для необмеженого доступу до освіти, рівних можливостей для всіх, незважаючи на фінансовий стан, фізичну здатність, вік, стать, віру, колір шкіри тощо. Підвищення ефективності системи отримання знань відповідно до вимог суспільства: бізнес-структур, соціальних викликів, реального сектору економіки тощо.
5. Формування гендерночутливого суспільного мислення шляхом забезпечення рівного доступу до прав і свобод чоловіків та жінок.
6. Збереження водних ресурсів. Розробка механізмів екологічного захисту водних джерел, забезпечення якості питної води.
7. Розробка інноваційних технологій, спрямованих на забезпечення енергоефективності.
8. Скасування економічних бар'єрів та перепон для глобального розвитку економіки, використання різними країнами власних ресурсів для підвищення рівня життя населення та соціально-економічного розвитку.
9. Розробка ефективних механізмів розвитку процесів індустріалізації шляхом застосування методів інтенсивного розвитку через забезпечення інноваційної діяльності з урахуванням екологічних аспектів подальшої життєдіяльності людства.

10. Створення умов для рівноправ'я різних країн з точки зору соціально-економічних можливостей для розвитку, доступу до важелів економіко-політичного впливу, рівності людей всередині окремих країн.

11. Розробка рекомендацій та реалізація на практиці ефективних механізмів урбанізації.

12. Створення умов для раціоналізації споживання шляхом мотивування суспільства до необхідності раціонального використання ресурсів та формування відповідного мислення, орієнтованого на гармонійне споживання ресурсів.

13. Аналіз, оцінка стану та розробка пропозицій щодо механізмів боротьби зі змінами клімату, а також оцінка їх можливих наслідків у короточасні та стратегічній перспективах.

14. Розробка механізмів захисту морів та океанів від техногенного впливу, формування умов для забезпечення раціонального розвитку екосистем.

15. Створення умов для раціонального функціонування екосистем суші відповідно до інноваційного техногенного розвитку людства.

16. Забезпечення миру. Вирішення військових конфліктів. Боротьба із глобальною терористичною загрозою.

17. Пошук нових форм глобальної політичної взаємодії. Переформатування існуючих міжнародних організацій та механізмів їхнього впливу на окремі країни чи регіони з метою забезпечення сталого розвитку

Одним з основних шляхів реалізації концепції збалансованого розвитку є системи екологічного та соціально-економічного менеджменту, які ґрунтуються на об'єктивних даних відповідної системи екологічного та соціально-економічного моніторингу (рис. 1). Цей інформаційний базис є початковою функцією управлінського циклу в питаннях встановлення екологічної рівноваги. Система моніторингу в інформаційному плані забезпечує організацію необхідних інформаційних потоків і поліпшує спостереження за основними процесами та явищами в біосфері. Необхідною умовою є наявність якісного інформаційного забезпечення щодо динаміки різних екологічних показників та критеріїв, які характеризують поточний стан навколишнього середовища. При цьому, всі негативні тенденції, які дотичні до життєдільності суспільства, підвищують актуальність проведення екологічного моніторингу та прогнозування наслідків.

Поняття «моніторинг» розглядається у світовому контексті як комплекс заходів з визначення стану довкілля та відстеженню змін в його поточному стані. Ця система представляє собою комплекс спостережень за станом території, відображення зміни динаміки, прогнозування розвитку ситуації [24, 25].

Термін «моніторинг» (від лат. monitor – наглядати, спостерігати) вперше чутно за кулісами Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (Стокгольм, 5–16 червня 1972 р.). Проте, перші пропозиції з нагоди такої системи були розроблені експертами спеціальної комісії SCOPE ще у 1971 р.

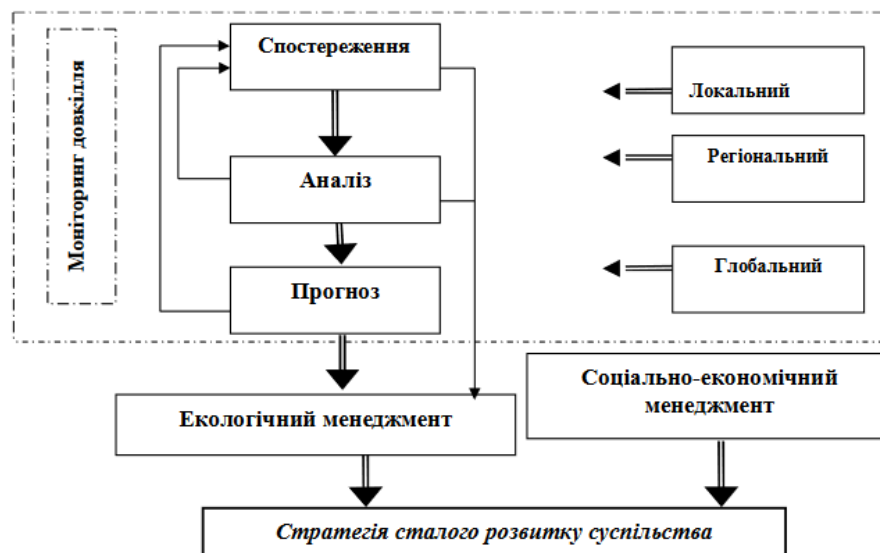


Рисунок 1 - Орієнтовна блок-схема реалізації концепції сталого розвитку суспільства [25]

Звичайно, питанням спостереження за природою приділяли увагу науковці з більш давніх часів. Найдавніші письмові пам'ятки, які свідчать, що спостереження за довкіллям були важливою умовою розвитку суспільства, залишили єгиптяни, греки та, практично, всі народи, які мали писемність. Так, Гіппократ (прибл. 460-370 до н. е.) у своєму трактаті «Про повітря, воду і місцевість» розглядав вплив довкілля на здоров'я людини. Деякі факти і трактування терміну «спостереження за природою» висвітлено у праці «Про виникнення тварин» Арістотеля (384-322 рр. до н.е.). Теофраст Ерезійський (371-280 рр. до н.е.), якого вважають «батьком ботаніки», наводить відомості про своєрідність рослин, що зростають у різних умовах, залежність їх форм та особливостей від ґрунту і клімату. У добу Відродження тривало нагромадження даних про спостереження за природою. Перші систематики Д. Цезалпін (1519-1603), Д. Рей (1627-1705), Ж. Турнефор (1656-1708) у своїх працях описують залежність поширення рослин від умов їх зростання. Далі, географічні відкриття дозволили накопичити дані про природу з різних континентів (К. Лінней, К. Ф. Рульє, О.Гумбольдт, Ч. Дарвін тощо). З плином часу помітне місце в розвитку системних спостережень за природою посідають праці Е. Геккеля, Р. Гессе, В. Кюнельта, В. Шелфорда, Р. Чепмена, Г. Кларка, Ч. Елтона, А. Тенслі тощо. Розвиток екосистемного аналізу сприяв виникненню вчення про біосферу та ноосферу В.І. Вернадського.

Ключові положення моніторингу довкілля як системного погляду, закладені Р. Манном [70]. Формуванню наукових основ сучасного моніторингу довкілля були присвячені роботи І. Герасимова [16], Ю. Ізраеля [23], в яких розроблені основні принципи формування системи екологічного моніторингу. Зокрема, концепція геоекологічного моніторингу І.Герасимова близька до підходів антропогенного моніторингу Ю. Ізраеля. Ю. Ізраель вважав, що термін «моніторинг» з'явився на противагу терміну «контроль», який включав не лише спостереження та одержання інформації, але й

елементи активних дій, тобто елементи управління . Термін «контроль» передбачає тільки одержання та аналіз інформації і не передбачає активних дій. Обидва погляди мали на меті створення комфортних умов для життя населення в міських і сільських умовах, контроль та оцінка токсичних політантів. За останні 50-х років дефініція, наукові основи, основні положення моніторингу навколишнього середовища розвивалось і доповнювалось новими науковими знаннями та практичними поглядами [7, 8, 10, 13, 17, 25, 71]. Контроль за станом довкілля в Україні було розпочато у 30-ті рр. ХХ ст. на кількох водних об'єктах. Однак кількість контрольованих інгредієнтів була незначною. У 50-ті роки гідрометеослужба СРСР почала відстежувати радіоактивне забруднення природного середовища, а з 1963 р. – забруднення повітря і водних об'єктів. Тому, роками відліку старту моніторингу навколишнього середовища на національному рівні є 60-і рр. ХХ ст. У 1972 р. було організовано загальнодержавну службу спостереження і контролю за забрудненням природного середовища, сформовану з підсистем, які відстежували забруднення атмосферного повітря, вод суші, морів і океанів, ґрунтів, фонового забруднення на регіональних і базових станціях. Організація такої служби була зумовлена інтенсифікацією народного господарства, внаслідок чого посилилося забруднення довкілля.

Моніторинг довкілля в сучасному розумінні можна розглядати як аналітично-інформаційну систему, яка охоплює:

- 1) спостереження за станом довкілля та за екологічними чинниками, які впливають на окремі структурно-функціональні елементи екосистем різного генезису;
- 2) оцінювання та аналіз фактичного стану всіх складових довкілля;
- 3) прогнозування стану довкілля;
- 4) забезпечення науково-інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень.

Предметом моніторингу довкілля є організація і функціонування системи моніторингу, оцінювання і прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних і антропогенних факторів. Моїнторинг забезпечує здобуття нових знань про навколишнє середовище з використанням методів оцінювання і прогнозування стану його елементів (атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтового і рослинного покриву), розкриває їх взаємозв'язки.

Система моніторингу довкілля – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін та розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки [34].

Звідси, можна сформулювати основні задачі екологічного моніторингу:

- спостереження за джерелом антропогенного впливу;
- спостереження за фактором антропогенного впливу;
- спостереження за станом природного середовища під впливом факторів антропогенного впливу й оцінка прогнозованого стану довкілля.

Зростання потреб в оперативній науково-технічній інформації сприяє розвитку сучасних інформаційних систем. На сьогодні ООН має понад 700 інформаційних систем, служб, баз даних, які призначені для фіксування і вирішення екологічних проблем і координації природоохоронної діяльності та виявлення тих галузей і регіонів, у яких необхідно створити нові інформаційні служби. Система моніторингу є відкритою інформаційною системою, пріоритетами функціонування якої є екологічна безпека суспільства, збереження природних екосистем, раціональне природокористування, відвернення кризових змін екологічного стану довкілля, запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Моніторинг є системою для збору і переробки первинних екологічних даних, що мають первинну інформативність (даних вимірювання, одержаних при спостереженні за допомогою технічних приладів або біотичних індикаторів), та вторинної інформації (показників, що мають інформативність для користувача при другому, третьому рівні тощо).

Інформаційна система моніторингу антропогенних змін є складовою системи управління, взаємодії людини з навколишнім середовищем, оскільки інформація про існуючий стан довкілля і тенденції його зміни повинна бути основою розроблення заходів з охорони природи і враховується при плануванні розвитку економіки та суспільства (рис. 2) [10].

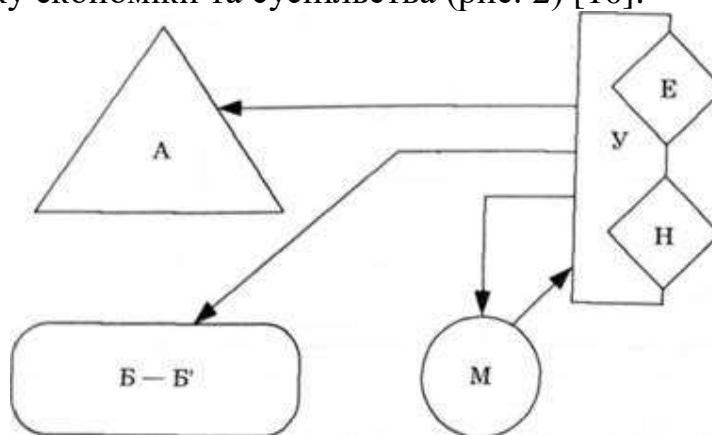


Рисунок 2 - Схема управління станом довкілля

(А — антропогенна дія; Б — стан середовища до антропогенної дії; Б' — стан середовища після антропогенної дії; М — моніторинг; Н — рівень науково-технічних розробок; Е — економічні можливості; У — блок керування)

Елемент біосфери з рівнем стану Б під антропогенним впливом А змінює свій стан (Б—Б'). За допомогою моніторингу М формується фіксація зміненого стану, проводиться узагальнення даних, аналіз й оцінювання фактичного і прогнозованого станів. Отримана інформація передається в блок управління У для прийняття відповідних рішень. На основі цієї інформації залежно від рівня науково-технічних розробок Н та економічних можливостей Е вживаються заходи щодо обмеження або призупинення антропогенної дії на біосферу.

Для правильної організації управління якістю навколишнього природного середовища необхідною умовою є формування повноцінної системи моніторингу. За допомогою системи моніторингу виявляються

критичні ситуації, виділяються критичні фактори впливу і найбільш чутливі до впливу елементи біосфери. У процесі здійснення моніторингу важливо отримати дані як про абіотичну складову середовища, так і про стан біоти, а також отримати інформацію про функціонування екосистем та реакції екосистем на можливі збурення [17]. Універсальним підходом до визначення структури системи моніторингу антропогенних змін навколишнього природного середовища є його розподіл на основні блоки: «Спостереження», «Оцінка фактичного стану», «Прогноз стану довкілля», «Оцінка прогнозованого стану» та «Підтримка прийняття управлінських рішень» (рис. 3).

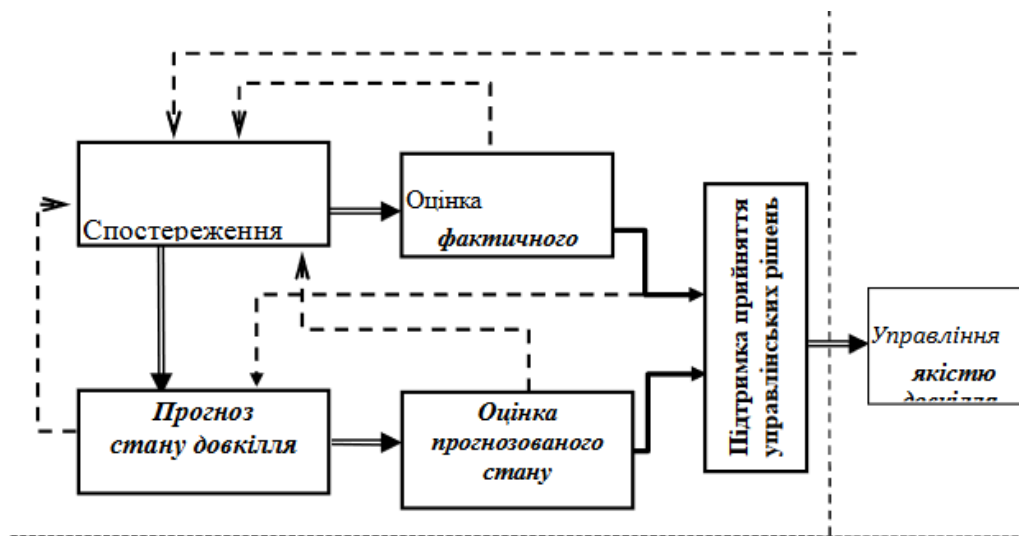


Рисунок 3 - Структура системи моніторингу довкілля [10]

До блоків оцінювання часто відносять процедури аналізу і обробки даних спостережень, а до блоку прогнозування – процеси моделювання змін стану довкілля. Блоки «Спостереження», «Оцінка фактичного стану» і «Прогноз стану довкілля» тісно пов’язані між собою, оскільки прогноз стану навколишнього середовища можливий лише за наявності достатньої інформації про його фактичний стан. Прогноз має враховувати дані спостережень та закономірності зміни стану довкілля. Спрямованість прогнозу повинна визначати структуру і склад мережі спостереження. Дані, що отримані в результаті спостережень чи прогнозу та характеризують стан довкілля, повинні оцінюватись в залежності від того, в якій галузі людської діяльності вони використовуються. Така оцінка повинна забезпечувати, з одного боку, визначення збитків від впливу відповідної діяльності, а з другого – давати змогу оптимізувати людську діяльність з урахуванням існуючих екологічних резервів. Безпосереднє визначення таких показників є певним етапом оцінювання стану довкілля, оскільки в результаті таких вимірювань можна відповісти на питання про його стан. При визначенні допустимих для екосистеми антропогенних навантажень необхідно виходити з екологічного резерву даної системи та інтервалу допустимих коливань її стану. Важливо при цьому пам’ятати про біологічну стійкість системи і враховувати залежність між збуреннями і ефектами, які виникають під дією цих збурень. При визначенні екологічного резерву екосистеми необхідно

виявляти критичні фактори антропогенних збурень та критичні елементи біосфери, вплив на які може призвести до різких змін у природному середовищі.

Отже, виходячи з визначення, мети, завдань моніторингу довкілля можна спрогнозувати основні етапи в процесі здійснення моніторингу.

Ключовими діями системи моніторингу довкілля є:

- виділення об'єкта спостереження;
- обстеження виділеного об'єкта спостереження;
- складання інформаційної моделі для об'єкта спостереження;
- планування спостережень;
- критичний аналіз стану об'єкта спостереження;
- прогнозування зміни стану об'єкта спостереження;
- представлення інформації і доведення її до споживача.

Система моніторингу довкілля будується на наукових принципах:

1. об'єктивності і достовірності;
2. систематичності спостережень за станом довкілля;
3. багаторівневості;
4. об'єктивності;
5. узгодженості нормативного та методичного забезпечення;
6. узгодженості технічного та програмного забезпечення;
7. комплексності в оцінці екологічної інформації;
8. оперативності отримання інформації різними ланками системи;
9. відкритості та доступності інформації для населення.

На сучасному етапі розвитку людства охорона та раціональне природокористування є загальнопланетарною проблемою, для розв'язання якої необхідно об'єднати зусилля багатьох країн, а також різних наукових дисциплін природничного спрямування з формуванням єдиного понятійного базису, спектра науково-методичних і практичних підходів. Моніторинг довкілля як галузь екологічної науки також ґрунтується на загальноекологічних законах і взаємодіє з природничими, геологічними, географічними, технічними науками (рис. 4). На сучасному етапі розвитку, базуючись на принципах збалансованого розвитку важливо виділити зв'язок моніторингу довкілля з багатьма науками. Ця галузь природничої діяльності потребує висококваліфікованих спеціалістів, системного підходу в обґрунтуванні мереж спостережень, систематичності їх проведення та постійного вдосконалення методичного й технічного забезпечення. Моніторинг довкілля має загальнонаукові методи досліджень, але й розробляє власні методи аналізу, прогнозування стану екосистем. На підставі дослідження зв'язків між процесами і складовими екосистем, впливу на них природних та антропогенних факторів моніторинг з'ясовує спільні закономірності функціонування, а також особливості їх стану [30].

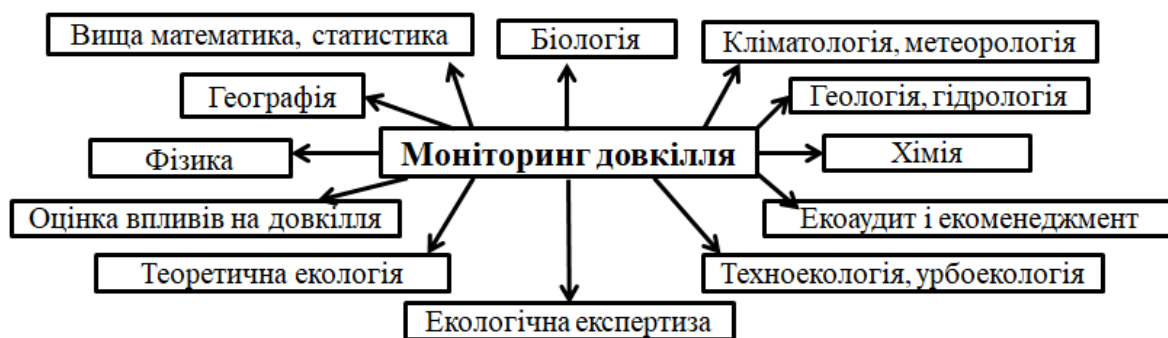


Рисунок 4 - Зв'язок моніторингу довкілля з іншими науками

Метрологічне забезпечення систем моніторингу довкілля здійснюється в окремих країнах відповідно до чинного законодавства цих країн про забезпечення єдності вимірювань та за міжурядовими угодами. Матеріально-технічне забезпечення охоплює комплекс заходів щодо оснащення мереж спостережень і аналітичних лабораторій органів державної виконавчої влади, пунктів спостережень підприємств, установ та організацій, що здійснюють моніторинг навколишнього середовища, необхідними приладами, обладнанням, устаткуванням і транспортними засобами, а також забезпечення необхідними інформаційними засобами. Фінансування робіт з реалізації моніторингу навколишнього середовища здійснюється відповідно до порядку фінансування природоохоронних заходів за рахунок коштів, передбачених у державному та місцевих бюджетах країн згідно із законодавством. Покриття певної частини витрат на створення, удосконалення й забезпечення функціонування компонентів системи моніторингу може здійснюватися за рахунок інноваційних фондів у межах коштів, передбачених на природоохоронні заходи, коштів міжнародних організацій, які беруть участь у виконанні міжнародних екологічних програм, міжнародних грантів, коштів організацій, які залучаються суб'єктами системи моніторингу до виконання програм моніторингу, та інших джерел фінансування.

Суб'єктами системи моніторингу довкілля в різних країнах є міністерства та відомства, на які державними нормативно-правовими актами покладається здійснення функцій з моніторингу об'єктів навколишнього природного середовища. Пріоритетні завдання суб'єктів моніторингу визначаються державною та регіональними програмами моніторингу.

Взаємовідносини суб'єктів ґрунтуються:

- ✓ на координації дій під час планування, організації та проведення спостережень та спільних заходів з моніторингу;
- ✓ взаємній інформаційній підтримці рішень у галузі охорони довкілля, екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів;
- ✓ ефективному використанні наявних організаційних структур, засобів спостережень та сучасних інформаційних технологій;
- ✓ сприянні ефективному розв'язанню спільних завдань моніторингу та екологічної безпеки;

- ✓ відповідальності за повноту, своєчасність і достовірність даних спостережень та інформації, що надається;
- ✓ колективному використанні інформаційних ресурсів;
- ✓ безкоштовному інформаційному обміні.

Послідовне виконання всього циклу моніторингу має визначатись і плануватись з урахуванням інформаційних потреб та специфіки наявної екологічної ситуації.

Тема 2: Класифікація систем моніторингу довкілля. Основні підходи до визначення об'єктів моніторингу довкілля

Залежно від мети та поставлених завдань, методів спостережень і технічних засобів їх реалізації існують різні види моніторингу довкілля, які поділяються за територіальними рівнями організації спостережень. Відповідно розрізняють класифікації видів моніторингу, створені різними авторами (зокрема, Ю.А.Ізраєлем, І. Герасимовим, М. Голубцем). Кожна класифікація має свою специфіку залежно від обраних автором принципів її побудови (табл. 1, 2). В усіх системах блок спостереження за станом навколишнього середовища повинен забезпечувати спостереження як за джерелами антропогенного впливу і станом елементів біосфери, так і за зміною їх структурних і функціональних показників (за відгуками живих організмів на різні впливи). При цьому необхідно попередньо отримати дані про початковий (фоновий) стан всіх складових біосфери, що його забезпечує система фонового або базового моніторингу.

Кожна система моніторингу довкілля, в залежності від її призначення, має свої об'єкти дослідження, але існує декілька загальних підходів щодо визначення цих об'єктів в цілому. Виділяють 5 розділів спостережень – від локальних джерел і факторів впливу на довкілля до впливу змін стану довкілля на здоров'я і добробут населення (табл .3).

Таблиця 1 - Узагальнена схема класифікації систем моніторингу

Принципи класифікації	Системи (підсистеми) моніторингу
Універсальні системи (територіально-просторово-організаційні)	Глобальний моніторинг (базовий, регіональний, локальний рівні), у т.ч. палеомоніторинг, державний, міждержавний, міжнародний (моніторинг транскордонного переносу забруднюючих речовин)
Реакція основних складових біосфери	Геофізичний, біологічний (генетичний), екологічний, медико-біологічний, кліматичний, біоекологічний, геоекологічний, біосферний моніторинги
Ступінь антропогенного порушення середовища	Моніторинг антропогенних змін в атмосфері, гідросфері, ґрунті, кріосфері, біоті. Моніторинг джерел забруднення, інгредієнтний моніторинг
Просторово-часовий підхід	Дистанційний, авіаційний, космічний, історичний моніторинги

Таблиця 2 - Класифікація систем моніторингу за Ю. Ізраелем [23]

За універсальністю системи	Глобальний, в т.ч. фоновий і палеомоніторинг. Національний, міжнародний, регіональний
За реакцією основних складових біосфери	Геофізичний, біологічний (генетичний), екологічний моніторинги
За основними складовими біосфери	Моніторинг антропогенних змін в атмосфері, гідросфері, літосфері
За джерелами впливу	Моніторинг джерел забруднень, інгредієнтний моніторинг (окремих забруднюючих речовин, шумів, радіоактивних забруднень)
За рівнем гостроти та глобальності	Моніторинг океану, клімату Землі, моніторинг озоносфери тощо
За методами спостережень	Аерокосмічний моніторинг, моніторинг за фізичними, хімічними, біологічними показниками
За системністю підходу	Медико-біологічний або санітарно-гігієнічний (стан здоров'я населення), біоекологічний, кліматичний

Таблиця 3 - Класифікація реакцій природних систем, джерел і факторів впливу, які охоплюють системою моніторингу [23]

Розділ спостережень	Класифікація
А. Локальні джерела та фактори впливу	А.1 Джерела забруднень і впливів А.2 Фактори впливу (забруднюючі речовини, випромінювання тощо)
Б. Стан навколишнього природного середовища	Б.1 Стан середовища, який характеризується фізичними та фізико-географічними даними Б.2 Стан середовища, який характеризується геохімічними даними, даними про склад та характер забруднень
В. Стан біотичної складової біосфери	В.1 Реакція біоти – відгуки та наслідки: а) окремого організму б) популяції в) угруповання та екосистеми
Г. Реакція великих систем біосфери	Г.1 Реакція великих систем (погода і клімат) Г.2 Реакція біосфери в цілому
Д. Стан здоров'я та добробуту населення	Д.1 Вплив стану довкілля на захворюваність і здоров'я населення Д.2 Змін стану довкілля на добробут населення

Спостереження за локальними джерелами впливів і забруднень та факторами впливів виділені у спеціальний розділ (розділ А). Такі джерела можуть бути природними (виверження вулканів) і антропогенними (викиди промислових підприємств; сільськогосподарські джерела – тваринницькі ферми і поля після внесення хімічних добрив та засобів для боротьби зі шкідниками рослин; повітряний водний та наземний транспорт тощо). Важко проаналізувати стан середовища і виявити причини змін у ньому без досконалого вивчення факторів впливу – різноманітних забруднювальних речовин, випромінювань тощо.

Спостереження за факторами впливів внесені також у розділ спостережень за станом середовища (розділ Б), оскільки в деяких випадках вони досить повно характеризують стан середовища. До розділу Б відносять

спостереження за хімічним складом (природного і антропогенного походження) атмосфери, опадів, поверхневих і підземних вод, вод океанів та морів, ґрунтів, відкладень дна, рослинності, тварин, а також спостереження за основними шляхами розповсюдження забруднень. Саме ці спостереження найчастіше відносять до першоступеневих за важливістю в системі моніторингу. В цей же розділ включені також спостереження за станом середовища і його змінами, які характеризуються геохімічними даними, тобто спостереження за кругообігом речовин у природі, складом сторонніх домішок у біосфері, різноманітними специфічними фізичними характеристиками середовища, включаючи спостереження за шумовим, тепловим забрудненнями і різноманітними випромінюваннями.

Розділ В включає спостереження за реакцією біоти на різноманітні фактори впливів і змін станів довкілля. До цих спостережень належать спостереження за відгуком (оборотні зміни) і наслідками (необоротні зміни) в біоті. Можливі спостереження за функціональними та структурними біологічними ознаками. До функціональних ознак можна віднести, наприклад, приріст біомаси за одиницю часу, швидкість поглинання різноманітних речовин рослинами і тваринами; до структурних – чисельність видів рослин і тварин, загальну біомасу. Ці спостереження повинні бути організовані на різних рівнях – окремого виду і популяції, угруповання і екосистеми.

Розділ Г – спостереження за реакцією великих систем (погоди, клімату) і біосфери в цілому – включає всю систему спостережень, перерахованих у розділах Б і В та вимагає спеціальних узагальнень і оцінок. При вивченні антропогенного впливу на біосферу потрібно визначити глобальний фоновий стан біосфери у теперішній час в місцях, віддалених від локальних джерел впливу, і локальний фоновий стан, характерний для кожного регіону. Для оцінювання стану довкілля, з урахуванням змін антропогенного характеру, необхідно вміти впізнавати додаткові природні можливості самовідновлення для використання їх в інтересах людини. Для цього потрібно знати величину гранично допустимих навантажень (ГДН) на середовище та екологічний резерв даної екосистеми.

Розділ Д – через велику складність і малу дослідженість впливу довкілля на людину, повне комплексне обстеження є задачею дуже складною і досі не вирішеною в повному обсязі.

Таким чином, задача екологічного моніторингу полягає у виявленні в екосистемах змін антропогенного характеру (на фоні природних флуктуацій). Вирішити цю задачу можна різними методами, зокрема шляхом безпосередніх вимірювань окремих характеристик забруднень біоти та її реакцій на ці забруднення, а також за допомогою неперервних вимірювань інтегральних показників на значних територіях. Є чимало також інших підходів до класифікації систем моніторингу за різними критеріями.

Об'єктами спостереження системи моніторингу можуть бути окремі точки і зони, розміри яких не перевищують десятків кілометрів (локальний моніторинг). Якщо об'єктами спостереження є локальні джерела підвищеної

небезпеки, наприклад території поблизу місць поховання радіоактивних відходів, хімічні заводи, тоді такий моніторинг називається імпактним. При збільшенні масштабів спостереження до тисяч квадратних кілометрів здійснюється регіональний моніторинг. Спостереження за загальносвітовими процесами і явищами в біосфері Землі та в її екосфері є предметом глобального моніторингу.

Система державного моніторингу довкілля країни має 3 рівні [49] (табл. 4):

- 1) локальний – території окремих об'єктів (підприємств, міст, ділянки ландшафтів);
- 2) регіональний – у межах адміністративно-територіальних одиниць, на територіях економічних і природних регіонів;
- 3) національний – територія України в цілому.

Таблиця 4 - Характеристика рівнів моніторингу довкілля

Параметр	Локальний	Регіональний	Національний
Досліджувана площа, км ²	10 ¹ -10 ²	10 ³ -10 ⁵	10 ⁶ -10 ⁸
Відстань між пунктами спостереження, км	0,01-10	10-500	500 і вище
Періодичність відбору проб	дні-місяці	роки	десятиліття
Частота спостережень	хвилина-доба	доба-місяць	кілька разів на рік
Кількісна характеристика компонентів	3-30	100-1500	10 ³ -10 ⁶
Оперативність видачі інформації	у реальному масштабі часу	1-3 місяці з моменту аналізу проб	більше року з моменту аналізу проб

Національним (державним) моніторингом називають систему моніторингу в межах однієї країни – така система відрізняється від глобального моніторингу не тільки масштабами, але й тим, що основним завданням національного моніторингу є одержання інформації та оцінки стану навколишнього середовища в національних інтересах. Так, підвищення рівня забруднення атмосфери в окремих містах чи промислових районах (на певному часовому інтервалі) може й не мати суттєвого значення для зміни стану біосфери в глобальному масштабі, але може бути надзвичайно важливим для прийняття певних рішень і виконання заходів у даному регіоні, на національному рівні. Найбільш універсальним підходом до формування систем моніторингу є організація глобальної системи моніторингу з одночасним вирішенням всіх задач, які виникають при цьому – моніторинг антропогенних забруднень та моніторинг антропогенних збурень і змін, не пов'язаних із забрудненнями.

Тема 3: Особливості функціонування державної і регіональних систем моніторингу довкілля України

Державна система моніторингу довкілля – це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям. Державна система моніторингу довкілля України будується за ієрархічним принципом і має 3 організаційні рівні.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення. Ця діяльність здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, іншими спеціально уповноваженими державними органами, а також підприємствами, установами та організаціями, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього природного середовища.

Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. №391 «Положення про державний моніторинг довкілля» (поправки від 20.03.2023 р. № 2973-ІХ) визначала відповідні види моніторингу довкілля [51]:

1. загальний (стандартний),
2. оперативний (кризовий),
3. фоновий (науковий).

Загальний (стандартний) моніторинг – це оптимальні за кількістю параметрів спостереження на пунктах, об'єднаних в інформаційно-технологічну мережу, які дають змогу на підставі оцінки і прогнозу стану довкілля регулярно розробляти управлінські рішення на всіх рівнях.

Оперативний (кризовий) моніторинг – це вивчення спеціальних показників на цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначено як зони надзвичайної ситуації, а також у районах аварій зі шкідливими екологічними наслідками для забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їхньої ліквідації, створення безпечних умов для населення.

Фоновий (науковий) моніторинг – це спеціальні високоточні спостереження за всіма складовими довкілля, а також за характером, складом, кругообігом і міграцією забруднювальних речовин, за реакцією організмів на забруднення як на рівні окремих популяцій чи екосистем, так і біосфери в цілому. Його проводять на базових станціях у природних і біосферних заповідниках, а також на інших природоохоронних територіях.

В основу Державної системи моніторингу довкілля України покладено досвід гідрометеорологічних служб, а також результати аналізу існуючої інформації про забруднення довкілля.

Здійснення моніторингу окремих об'єктів довкілля регламентується низкою постанов Кабінету Міністрів України: «Про затвердження Порядку

організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» (від 09.03.1999 р., №343), «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» (від 20.07.1996 р., №815), «Про затвердження Положення про моніторинг земель» (від 20.08.1993 р., №661), «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» (від 26.02.2004 р., №51), а також розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції Державної програми проведення моніторингу навколишнього природного середовища» (від 31.12.2004 р., №992-р) і низкою нормативно-методичних документів з питань моніторингу довкілля [38-40, 51-56].

Основні завдання державної системи моніторингу довкілля:

- організація єдиної державної системи пунктів спостереження за всіма компонентами природного середовища;
- формування і налагодження автоматизованої системи збору, обробки, узагальнення і зберігання систематичної інформації про кількість та екологічний стан природних ресурсів (формування відповідних банків чи баз даних і систем управління ними);
- оцінювання природно-ресурсного потенціалу та допустимого рівня використання ресурсів;
- інвентаризація джерел забруднення і вивчення ступеня антропогенного впливу на компоненти довкілля;
- розробка прогнозів можливих змін екологічної ситуації довкілля;
- розробка управлінських рішень, спрямованих на забезпечення сталого розвитку держави на локальному, регіональному і національному рівнях.

Для раціонального розміщення пунктів загальнодержавної служби моніторингу і визначення пріоритетних забруднювачів беруть до уваги:

- відомості загального характеру про існуючі та можливі джерела забруднення (великі міста, індустріальні райони, крупні тваринницькі комплекси, підприємства в зоні унікальних природних об'єктів тощо);
- результати спостережень минулих років за рівнями забруднень (більшою частиною експедиційних), які носять орієнтовний характер;
- дані про рівні забруднення природних середовищ в сусідніх країнах та великих містах.

Функціонування державної системи моніторингу здійснюється на принципах:

- узгодженості нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення, сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення її складових частин;
- систематичності спостережень за станом довкілля та техногенними об'єктами, що впливають на нього;
- своєчасності отримання, комплексності оброблення та використання екологічної інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу;
- об'єктивності первинної, аналітичної і прогнозної екологічної інформації та оперативності її доведення до органів державної влади, органів

місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, зацікавлених міжнародних установ та світового співтовариства;

- сумісності технічного, інформаційного та програмного забезпечення її складових частин;

- оперативності доведення інформації до органів державного управління, інших зацікавлених адміністративних органів, підприємств, організацій, установ;

- доступності екологічної інформації населенню України та світовій спільноті.

Регіональна система моніторингу – це система, що реалізує завдання моніторингу в межах адміністративної області. Регіональна система моніторингу має бути пов'язана із загальнодержавною системою і включати в себе елементи та інформацію локальних систем.

Локальна система моніторингу – система, яка функціонує в межах окремого району, міста чи об'єкта. Локальна система моніторингу має бути пов'язана із загальнодержавною та регіональною системами моніторингу.

Відомча або корпоративна система моніторингу – це система, що належить окремим суб'єктам моніторингу довкілля і входить складовою частиною до державної системи моніторингу. За своїм рангом відомча система моніторингу може функціонувати на державному, регіональному та локальному рівнях.

Основними завданнями суб'єктів системи моніторингу є:

- довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;

- аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін;

- інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;

- інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення екологічною інформацією населення країни і міжнародних організацій.

В Україні функції із здійснення спостережень за станом об'єктів навколишнього природного середовища покладено на центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля, зобов'язані здійснювати екологічний контроль за виробничими процесами та станом промислових зон, збирати, зберігати та безоплатно надавати дані і/або узагальнену інформацію. Ієрархія суб'єктів Державної системи моніторингу довкілля передбачає функціонування на різних рівнях (рис. 5). Основні принципи функціонування Державної системи моніторингу довкілля визначені у постанові Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 №391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» [51]. Кожний із суб'єктів Державної системи моніторингу довкілля здійснює моніторинг тих об'єктів довкілля, що визначаються Положенням про

державну систему моніторингу довкілля та порядками і положеннями про державний моніторинг окремих складових довкілля.

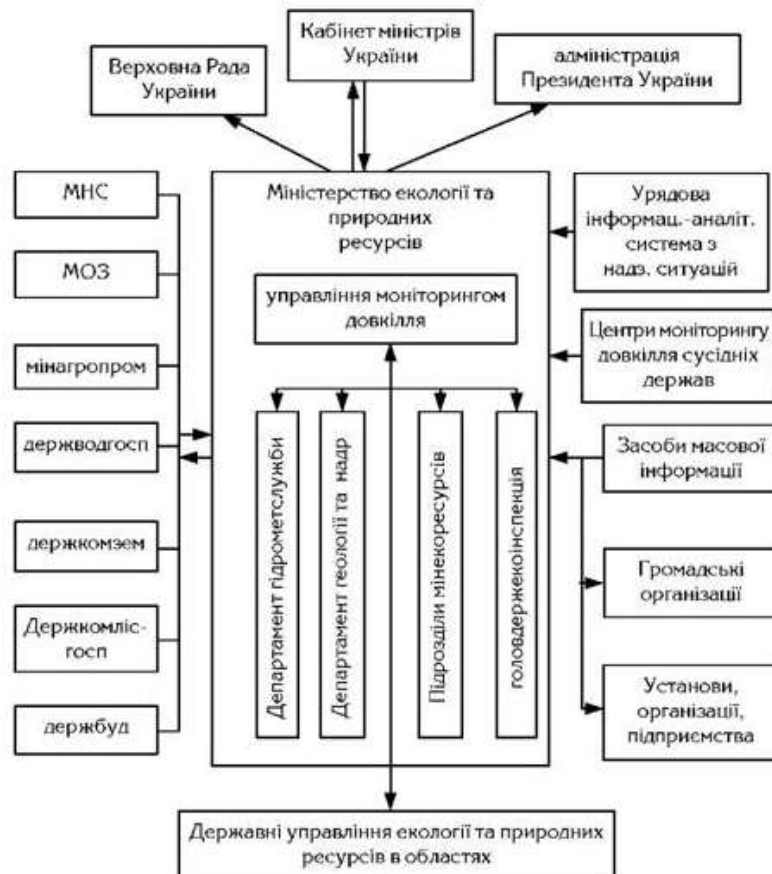


Рисунок 5 - Структура Державної системи моніторингу довкілля України [67]

Моніторинг довкілля здійснюється Міністерством екології та природних ресурсів (Мінприроди), Держгідрометслужбою Міністерства надзвичайних ситуацій (МНС), Міністерством охорони здоров'я (МОЗ), Міністерством аграрної політики (МАП), Держкомлісгоспом, Держводгоспом, Держкомземом, Держжитлокомунгоспом, Держгеослужбою та їх органами на місцях, а також підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління. Всі ці організації і установи є суб'єктами системи моніторингу за загальнодержавною і регіональними програмами реалізації відповідних природоохоронних заходів. Формується відповідно до положень системи стандартів ДСТУ ISO 14000.

Приклади контролю суб'єктами моніторингу довкілля [51]:

1. Мінприроди – контроль атмосферного повітря та опадів: вміст забруднювальних речовин (ЗР), у т.ч. радіонуклідів; транскордонне перенесення ЗР; джерел промислових викидів в атмосферу (вміст ЗР, у т.ч. радіонуклідів); поверхневих і морських вод (гідрохімічні та гідробіологічні дослідження, вміст ЗР, у т.ч. радіонуклідів); підземних вод (оцінка ресурсів, гідрогеологічні та гідрохімічні дослідження складу і властивостей, у т.ч. залишкової кількості пестицидів та агрохімікатів); джерел скидів стічних вод (вміст ЗР, у т.ч. радіонуклідів); водних об'єктів у межах природоохоронних

територій (фонова кількість ЗР, у т.ч. радіонуклідів); ґрунтів різного призначення, у т.ч. на природоохоронних територіях (вміст ЗР, у т.ч. радіонуклідів); геохімічного стану ландшафтів (вміст і поширення природних і техногенних хімічних елементів та сполук); радіаційної обстановки (на пунктах стаціонарної мережі); геофізичних полів (фонові та аномальні дослідження); стихійних та небезпечних природних явищ: ендегенних та екзогенних геологічних процесів (їх видові і просторові характеристики, активність прояву), повеней, паводків, снігових лавин, селів (у районах спостережних станцій); підземних вод; ендегенних та екзогенних процесів; геофізичних полів (фонові та аномальні визначення); геохімічного стану ландшафтів; державне еколого-геологічне картування території України для оцінювання стану геологічного середовища та його змін під впливом господарської діяльності; наземних і морських екосистем (фонова кількість ЗР, у т.ч. радіонуклідів); звалищ промислових і побутових відходів (склад відходів, вміст ЗР, у т.ч. радіонуклідів).

2. МНС – контроль атмосферного повітря (вміст ЗР, у т.ч. радіонуклідів); поверхневих і підземних вод (вміст ЗР, у т.ч. радіонуклідів); наземних і водних екосистем (біоіндикаторні визначення); ґрунтів і ландшафтів (вміст ЗР, радіонуклідів, просторове поширення); джерел викидів в атмосферу (вміст ЗР, обсяги викидів); джерел скидів стічних вод (вміст ЗР, обсяги скидів); об'єктів поховання радіоактивних відходів (вміст радіонуклідів, радіаційна обстановка).

3. МОЗ (у місцях проживання і відпочинку населення, у т.ч. на природних територіях курортів) – контроль атмосферного повітря (вміст шкідливих хімічних речовин); поверхневих вод суші і питної води (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення); морських вод, мінеральних і термальних вод, лікувальних грязей, озокериту, ропи лиманів та озер (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення); ґрунтів (вміст пестицидів, важких металів, бактеріологічні, вірусологічні визначення); фізичних факторів (шум, електромагнітні поля, радіація, вібрація тощо);

4. МАП – ґрунтів сільськогосподарського використання (агрохімічні, радіологічні та токсикологічні визначення (РЛ та ТЛ), залишкова кількість пестицидів (ЗКП), агрохімікатів і важких металів (АХ і ВМ)); сільськогосподарських рослин і продуктів з них (РЛ та ТЛ, ЗКП, АХ і ВМ); сільськогосподарських тварин і продуктів з них (зоотехнічні, РЛ та ТЛ, ЗКП, АХ і ВМ); поверхневих вод сільськогосподарського призначення (РЛ та ТЛ, ЗКП, АХ і ВМ);

5. Держкомлісгосп – ґрунтів земель лісового фонду (РЛ, ЗКП, АХ і ВМ); лісової рослинності (пошкодження біотичними та абіотичними чинниками, біомаса, біорізноманіття, РЛ, вміст ЗР); мисливської фауни (видові, кількісні та просторові характеристики, РЛ);

6. Держводгосп – річок, водосховищ, каналів, зрошувальних систем і водойм у межах водогосподарських систем комплексного призначення, систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання (вміст ЗР, у

т.ч. РН); водойм у зонах впливу атомних електростанцій (вміст РН); поверхневих вод у прикордонних зонах і місцях їх інтенсивного виробничо-господарського використання (вміст ЗР, у т.ч. РН); зрошуваних та осушуваних земель (глибина залягання та мінералізація ґрунтових вод, ступінь засоленості та солонцюватості ґрунтів); підтоплення сільських населених пунктів, прибережних зон водосховищ (переформування берегів і підтоплення територій);

7. Держкомзем – ґрунтів і ландшафтів (вміст ЗР, прояви ерозійних та інших екзогенних процесів, просторове забруднення земель об'єктами промислового і сільськогосподарського виробництва); рослинного покриву земель (видовий склад, показники розвитку та ураження рослин); зрошуваних і осушених земель (вторинне підтоплення і засолення тощо); берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд (динаміка змін, ушкодження земельних ресурсів);

8. Держжитлокомунгосп – питної води централізованих систем водопостачання (вміст ЗР, обсяги споживання); стічних вод міської каналізаційної мережі та очисних споруд (вміст ЗР, обсяги надходження); зелених насаджень у містах і селищах міського типу (ступінь пошкодження ентомошкідниками, фітозахворюваннями тощо); підтоплення міст і селищ міського типу (небезпечне підняття рівня ґрунтових вод).

9. Держгідрометслужба – атмосферного повітря та опадів (вміст ЗР, у т.ч. РН, транскордонне перенесення шкідливих речовин); річкових, озерних, морських вод (гідрохімічні та гідробіологічні визначення, вміст ЗР, у т.ч. РН); ґрунтів (вміст ЗР, у т.ч. РН); радіаційної обстановки (на пунктах стаціонарної мережі та за результатами обстежень); стихійних та небезпечних природних явищ (повені, паводки, снігові лавини, селі тощо).

Всі суб'єкти державної системи моніторингу повинні забезпечувати постійне вдосконалення підпорядкованих їм мереж спостережень за станом довкілля, уніфікацію методик спостережень і лабораторних аналізів, приладів і систем контролю, створення банків даних для їх багатоцільового колективного використання за допомогою єдиної комп'ютерної мережі, яка забезпечує автономне і спільне функціонування складових цієї системи та взаємозв'язок з іншими інформаційними системами, які діють в Україні і за кордоном.

Серед основних проблем сучасного стану системи моніторингу довкілля слід відзначити недостатню організацію та проведення моніторингу забруднення навколишнього середовища на промислових, енергетичних, військових підприємствах. Іноді, власники підприємств не зацікавлені у проведенні екологічного моніторингу і відшкодуванні збитків, нанесених в результаті забруднення довкілля. В сучасних умовах функціонування значної кількості промислових підприємств, що споживають величезні обсяги природних ресурсів і забруднюють навколишнє середовище, відбувається без обов'язкового проведення стратегічної екологічної оцінки, що надало б можливість адекватно оцінити збитки, завдані довкіллю. Разом з тим можна відмітити, що суб'єктами системи моніторингу отримано значний масив

даних про стан навколишнього середовища та джерел його забруднення. Суттєво обтяжує процес обробки та аналізу вкрай недостатній рівень використання сучасних технологій геоінформаційних систем і дистанційного зондування Землі для отримання та представлення екологічної інформації.

Серед нагальних проблем функціонування системи моніторингу довкілля можна відмітити відсутність ефективного управління і недостатній рівень координації під час проведення моніторингових робіт як на регіональному, так і на державному рівні [29].

Серед основних причин неефективного функціонування державної системи моніторингу довкілля можна виділити також недосконалість нормативно-правового забезпечення, низький рівень координації діяльності суб'єктів моніторингу довкілля, вкрай недостатні обсяги фінансування, а також застарілу приладоно-технічну базу суб'єктів екологічного моніторингу [28].

Тема 4: Антропогенний вплив на довкілля. Види, показники і індикатори забруднення.

Антропогенний вплив – прямий і опосередкований вплив людства на навколишнє середовище та його компоненти внаслідок господарської діяльності. Антропогенні чинники вживаються здебільшого стосовно негативних наслідків: 1) забруднення навколишнього середовища; 2) вичерпання природних ресурсів, руйнування систем ландшафтів, деградації екосистем; 3) збіднення біорізноманіття; 4) внесення в середовище нехарактерних для нього нових фізичних, хімічних чи біологічних агентів або перевищення наявного природного їх рівня; 5) глобальних кліматичних впливів тощо.

Б. Коммонер [69] виділяє 5 основних втручань людини в екосистеми:

- 1) спрощення екосистеми і розрив біологічних циклів;
- 2) поява генетичних змін в організмах рослин і тварин;
- 3) введення в екосистему нових видів;
- 4) концентрація розсіяної енергії у вигляді теплового забруднення;
- 5) збільшення отруйних відходів від хімічних виробництв.

За даними інституту Всесвітнього спостереження (Вашингтон, США), щороку на нашій планеті: втрачається близько 26 млрд, т. родючого шару орних земель; знищуються вологі тропічні ліси на площі 16,8 млн. га.; через нераціональне використання земель утворюється близько 6 млн. га пустель; через кислотні опади пошкоджено ліси на площі 50 млн. га; під загрозою знищення перебуває не менше як 25-30 тис. видів рослин. Особливо гострою стала проблема забруднення навколишнього середовища різними токсинами антропогенного походження.

Антропогенний вплив людини на природу класифікують за різними ознаками: сільськогосподарські, техногенні, рекреаційні, урбогенні тощо. Основні урбогенні негативні чинники – теплові, хімічні, радіаційні, електромагнітні, світлові, звукові, вібраційні, які часто діють одночасно. Над містами здійснюються «острови теплоти» з пилу та сажі, а також газові

викиди, що погіршують якість середовища, яке стає шкідливим для здоров'я людей. Антропогенні і кліматичні чинники змінюють екологічні ніши видів рослин, тварин, збіднюють їх біорізноманіття, обмежують діяльність мікроорганізмів-деструкторів тощо. Урбокосистеми є енергетично субсидованими, їх функціонування залежить від втручання людини. За характером зв'язків розрізняють антропогенні впливи – вітальні і сигнальні, за часом дії – постійні і періодичні; за результатом дії – помітні і катастрофічні.

Сьогодні спостерігається помітне посилення змін природних умов на поверхні Землі. Ці зміни прослідковуються в різних геосферах (зміни газового складу атмосфери, розвиток потепління клімату, зростання швидкості підйому океану, зростання катастрофічних явищ). Антропогенний вплив посилюється на глобальному рівні. Практично скрізь на земній кулі виявляються наслідки людської діяльності, які проявляються в зміні хімічного складу атмосфери, вод суші і океанів, ґрунтів землі, біомаси і біологічної продуктивності, режиму поверхневих і підземних вод, вологого обміну між поверхнею Землі і атмосферою. Хімічні речовини, створені людиною, у все більшому об'ємі накопичуються на земній поверхні і у водному середовищі, здійснюючи вплив на земну біоту; відбувається збільшення швидкості втрати біорізноманітності. Багато явищ за останні 200 років стали незворотними і навіть загрозливими; світ знаходиться в стані кризи, і більше того – катастрофи, тому виникла сама серйозна проблема людства – проблема його виживання [7, 8].

Із зростанням соціально-екологічної кризи виникає необхідність глибокого аналізу розвитку взаємодії між природними і суспільними процесами з метою визначення шляхів управління ними.

Глобальні зміни оточуючого середовища – зміни в атмосфері, водних об'єктах – рослинному і тваринному світі, ґрунтах, пов'язані з господарською діяльністю людини, які здійснюють несприятливий вплив на економіку і здоров'я людини та інших організмів.

Експоненціальний ріст економіки і населення за час цивілізації сприяв змінам у всіх природних середовищах. У ХХ ст. здійснювався самий інтенсивний ріст, коли більшість показників перевищили всі рівні, досягнуті цивілізацією у попередній період. Величезні зміни відбулися на поверхні суші, перевищуючи зміни, які відбувалися під час останнього максимуму ольоденіння 18 тис. років назад: в результаті господарської експансії на 63% суші Землі знищені природні екосистеми, які замінені на антропогенні системи. Відбуваються зміни концентрацій газів в атмосфері, в тому числі в ній з'явилися гази, яких там раніше не було – хлорфторвуглеводи (фреони). У прісних водах зростає концентрація біогенів, що веде до прискореної евтрофікації водних об'єктів. При глобальних кліматичних катастрофах в результаті швидкої зміни клімату відбувається повне вимирання багатьох видів організмів або на всій нашій планеті; або на значній її частині, що охоплює ареали цього ряду представників тваринного і рослинного світу. Найвідоміші причини глобальних кліматичних катастроф – сильні

ексклюзивні (вибухові) виверження вулканів і падіння великих небесних тіл. Частіше відбуваються локальні кліматичні катастрофи, викликані атмосферними факторами.

Як відомо, шкідливий вплив антропогенних чинників (рис. 6.) різноманітний, який може бути прямий/опосередкований – забруднення природного середовища різними речовинами, і фізичний вплив, який порушує природне покриття планети, і вилучення поновлюваних і неоновлюваних ресурсів тощо. Вивчення і оцінювання негативних наслідків антропогенних збурень з метою їх попередження або зменшення збитків є винятково важливою задачею як для оптимізації економічної діяльності збереження довкілля та здоров'я населення, так і для задач моніторингу довкілля.

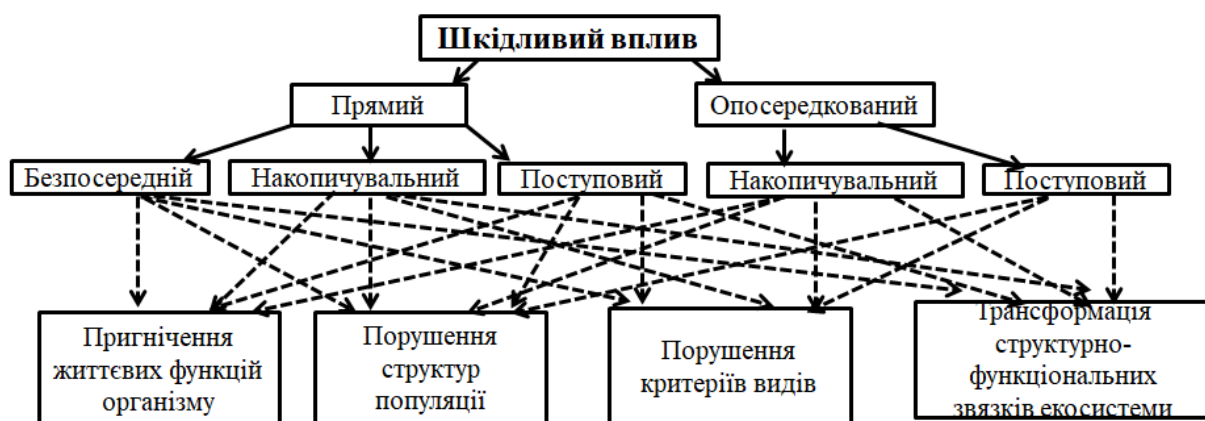


Рисунок 6 - Шкідливий вплив антропогенного чинника на біотичну складову

Екологічні показники є основним інструментом для проведення оцінки стану навколишнього середовища в країнах Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії. Вибрані належним чином показники, що базуються на достатніх часових рядах даних (часові тренди), можуть не тільки відображати основні тенденції, але й сприяти аналізу причин та наслідків екологічної обстановки, що склалася. Також дозволяють спостерігати за ходом здійснення та ефективністю екологічної політики в країнах.

В залежності від ролі показника в оцінці конкретного питання показники класифікуються за схемою Європейської агенції з навколишнього середовища РС-Т-С-В-Р (DPSIR): Рушійні сили – Тиск – Стан – Вплив – Реагування [10].

РС – Рушійні сили (Driving force) – соціально-економічні фактори та види діяльності, що посилюють або зменшують навантаження на довкілля.

Т – Тиск (Pressure) – пряме антропогенне навантаження на довкілля, що здійснюється через викиди та скиди забруднюючих речовин, використання природних ресурсів.

С – Стан (State) – відносяться до поточного стану та тенденцій змін навколишнього середовища, що включають також параметри якості основних складових довкілля.

В – Вплив (Impact) – наслідки зміни довкілля для здоров'я населення, наслідки для природи та біорізноманіття.

Р – Реагування (Respons) – конкретні дії, що спрямовані на вирішення екологічних проблем.

Згідно системи аналізу за цієї схемою, соціальний і економічний розвиток збільшує тиск на довкілля і, як наслідок, спричиняє зміни довкілля - наприклад, створення адекватних умов для здоров'я, доступності ресурсів і біорізноманіття. Нарешті, це призводить до протистояння людського здоров'я, екосистем і матеріалів, які можуть спричинити негативну соціальну реакцію, що підтримується рушійними силами через тиск на довкілля або фактори впливу безпосередньо, через адаптацію або запобіжні дії.

При визначенні індикаторів та показників слід шукати компроміс між достовірністю і доступністю інформації. При цьому втрати інформації мають бути мінімальними, а сам показник повинен забезпечувати інформативність, реальність і можливість практичної реалізації, а також спрощення інформації таким чином, щоб допомогти уповноваженим особам приймати обґрунтовані рішення, а громадськості – зрозуміти проблему.

Показники спрощують складну реальність і є «вижимкою» інформації, отриманої в процесі спостережень та аналізу даних моніторингу. Більшість екологічних показників слід розглядати у нерозривному взаємозв'язку між собою. Показники розробляють для: допомоги у виробленні оптимальної екологічної політики; порівняння країн та регіонів; формування розуміння проблеми; вивчення взаємозв'язку з діяльністю промисловості і причинно-наслідкових зв'язків.

В Європейській агенції з навколишнього середовища виділяють також п'ять типів інтегральних показників:

Описові показники (А). Наприклад, частка органічного землеробства на всіх сільгоспугіддях, %.

Показники виконання (В) – показники, що характеризують хід виконання намічених цілей (викиди парникових газів).

Показники ефективності (С) – показники, що характеризують екологічну ефективність, наприклад, рівень викидів на одиницю ВВП.

Показники політичної ефективності (D) – показники, що характеризують зв'язок змін навколишнього середовища з політичними заходами (реагування).

Сумарні показники добробуту (Е) – показники, що характеризують розвиток суспільства, наприклад, показники сталого розвитку.

Виходячи з основних задач системи моніторингу довкілля, необхідно, знаходити фактори, які призводять до найбільш серйозних, довгострокових змін у навколишньому середовищі (і джерела збурень), а також виявляти елементи біосфери, найбільш чутливі до таких збурень або критичні ключові елементи, пошкодження яких може призводити до гибелі екосистем. Необхідно відмітити, що визначення пріоритетів для підсистем моніторингу при вирішенні різних задач може призвести до різних результатів для одного і того ж фактора збурення. Наприклад, збитки від збільшення CO₂ ватмосфері

для деяких екосистем незначні, а в багатьох випадках збільшення CO₂ навіть корисне – воно сприяє збільшенню продуктивності рослин. З іншого боку, накопичення CO₂ призводить до парникового ефекту і можливих змін клімату з різними негативними наслідками для біосфери.

На першій нараді з моніторингу в Найробі (1974 р.) було розроблено метод, вибрано критерії та визначено пріоритетність різних забруднювальних речовин (табл. 5). Знайдені пріоритети було розбито на вісім класів (чим вищий клас, тобто менший його порядковий номер, тим вищий пріоритет) з визначенням середовища і типу програми вимірювань («І» — імпактний, «Р» — регіональний, «Б» — базовий і «Г» — глобальний).

Моніторинг охоплює спостереження за джерелами і факторами антропогенного впливу – хімічними, фізичними та біологічними, а також за ефектами, які викликають різні дії у навколишньому середовищі, в першу чергу за реакцією біологічних систем. Особливо поширеними вважаються інтегральні показники стану природних систем.

Таблиця 5 - Класифікація пріоритених забруднювачів за класами пріоритетності [23]

Клас	Забруднююча речовина	Середовище	Тип програми
1	Діоксид сірки, завислі частки, радіонукліди	Повітря Іжа	І, Р, Б І, Р
2	Озон, ДДТ, хлорорганічні сполуки, сполуки кадмію	Тропосфера Стратосфера Біота Іжа, вода	І Б І, Р І
3	Нітрати, нітроти, оксиди азоту	Іжа, вода, повітря	І І
4	Сполуки ртуті та свинцю, діоксид вуглецю	Іжа, вода, повітря повітря	І, Р Б
5	Оксид вуглецю, нафтопродукти	Повітря Морська вода	І Р, Б
6	Фториди	Свіжа вода	І
7	Азбест, сполуки арсену	Повітря Питна вода	І І
8	Мікротокісни, мікробіологічні ураження, реакційноспроможні забруднення	Іжа Іжа Повітря	І, Р І, Р І

Інтегральними показниками, які характеризують зміни в екологічній рівновазі, є:

- збалансованість біологічної продуктивності (відношення первинної біопродуктивності до вторинної);
- швидкість утворення біологічної продукції (відношення біопродуктивності до загальної біомаси);
- інтенсивність кругообігу біогенних речовин.

Для здійснення моніторингу антропогенних змін довкілля необхідно визначити найбільш чутливі види ознак і відгуків в екосистемі. Для цього необхідно вивчити характер відгуків елементів біосфери на збурення як за

допомогою натурних, так і лабораторних експериментів, математичного моделювання та аналізу результатів польових спостережень.

Наприклад, правила підбору показників для контролю за станом біологічних систем:

- необхідно відбирати показники, що їх відносять тільки до процесів з гомеостатичними механізмами;

- необхідно надавати перевагу показникам, які характеризують неспецифічний відгук на збурювальний фактор;

- необхідно надавати перевагу інтегральним показникам.

Вважається, що наявність норми за одними показниками і патологій за іншими, а також їх співвідношення можуть однозначно визначити «хворобу» біологічної системи. Оцінювання ефекту від шкідливого збурення можна звести до підбору єдиного показника стану екосистеми, який об'єднує окремі відгуки системи так званою функцією бажаності.

Загалом, забруднення - внесення в довкілля або виникнення в ньому нових не характерних фізичних чинників, хімічних і біологічних речовин, які наносять шкоду екосистемам та людині. Існує безліч класифікацій забруднень [4, 10, 11, 15, 21, 25, 27, 32, 36]. Варто відмітити:

- ✓ за просторовим поширенням (розміру охоплюючих територій) забруднення поділяють на:
- ✓ локальні забруднення характерні для міст, значних промислових підприємств, районів видобутку тих або інших корисних копалин, значних тваринницьких комплексів;
- ✓ регіональні охоплюють значні території й акваторії, що підлягають впливу значних промислових районів;
- ✓ глобальні частіше всього викликаються атмосферними викидами, поширюються на великі відстані від місця свого виникнення і створюють несприятливий вплив на крупні регіони, а іноді і на всю планету.

За силою та характером дії на навколишнє середовище забруднення бувають:

1. фонові;
2. імпактні (від англ. імпект — удар; синонім — залпові);
3. постійні (перманентні);
4. катастрофічні.

За джерелами виникнення забруднення поділяють на:

- ✓ промислові (наприклад, SO_2);
- ✓ транспортні (наприклад, альдегіди вихлопів автотранспорту);
- ✓ сільськогосподарські (наприклад, пестициди);
- ✓ побутові (наприклад, синтетичні мийних засобів).

За типом походження:

➤ Фізичні забруднення – зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, гравітаційні сили, спричинені людиною.

➤ Механічні забруднення – різні тверді частки та предмети (викинуті як непридатні, спрацьовані, вилучені з вжитку).

➤ Хімічні забруднення – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи й сполуки штучного походження, які надходять - у біосферу, порушуючи встановлені природою процеси кругообігу речовин і енергії.

➤ Біологічні забруднення – різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства – бактеріологічна зброя, нові віруси (збудники СНІДу, хвороби легіонерів, епідемій, інших хвороб, а також катастрофічне розмноження рослин чи тварин, переселених з одного середовища в інше людиною чи випадково).

Керування антропогенними впливами може здійснюватися шляхом їх обмеження: через встановлення гранично допустимих навантажень; різних нормативів; введення науково-обґрунтованих режимів природних ресурсів; міжнародного співробітництва; наукового обґрунтування заходів щодо охорони природи; раціонального природокористування; обмеження негативних наслідків антропогенних змін екосистем; відповідних вимог щодо раціонального використання природних ресурсів; правових принципів охорони довкілля; екологічно обґрунтованих ландшафтно- меліоративних, організаційно-планувальних, природоохоронних заходів; моніторингу навколишнього середовища в Україні. Необхідно також забезпечити економічне заохочення реалізації суспільних інтересів у сфері національного природокористування за умови ефективної системи пільг та екологічних податків, а також цільового використання одержаних коштів на природоохоронні цілі; спонукати суб'єктів господарювання до екологічно доцільних змін у технологіях їхнього виробництва, а відтак до зниження та припинення забруднення довкілля, а також до компенсації суспільству заподіяної екологічної шкоди; сприяти тому, щоб податкова політика держави була спрямована на наповнення бюджету за рахунок екологічних податків; удосконалити ефективність економічного механізму збереження та захисту екологічного середовища, який здійснюється двома шляхами: негативні стимули, які передбачають спеціальне оподаткування шкідливих виробництв, та позитивні, зміст яких полягає в податкових пільгах для тих суб'єктів господарювання, які застосовують природоохоронні технології тощо.

Тема 5: Екологічна ефективність. Критерії та показники оцінки екологічної ситуації та екологічного стану території. Методи прогнозування змін стану довкілля

Показники стану довкілля – це загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні та інші показники, які демонструють стан якості компонентів навколишнього середовища (повітря, води, ґрунтів, донних відкладень, біоти тощо). Екологічні показники та критерії визначають екологічну ефективність моніторингу довкілля [62]. Екологічна ефективність виражається в обмеженні або усуненні негативного впливу антропогенного чинника на

людину та довкілля, а також у поліпшенні умов життя населення, в збереженні та відновленні природних ресурсів.

Показники реалізації екологічних завдань розподіляють на такі типи:

1. тип I – показники успішності процесу забезпечення (нормативно-правового, організаційного, наукового);
2. тип II – показники навантаження на навколишнє середовище;
3. тип III – показники стану довкілля.

Показники успішності процесу забезпечення екологічних завдань – це показники, які свідчать про прийняття Закону, іншого нормативно-правового акта, які мають відношення до збереження довкілля або ж проведення семінарів, конференцій, навчань та інших адміністративно-правових і організаційних заходів, що можуть бути включені в програми, а також про проведення наукових досліджень. Показником є факт схвалення Закону чи іншого нормативно-правового акта, проведення організаційного заходу, затвердження відповідних методик чи інструкцій. Показники навантаження на навколишнє середовище – це показники, що стосуються кількісної оцінки викидів, скидів, розміщення відходів, біологічного (мікробіологічного), шумового та електромагнітного забруднення [58].

Для кожної конкретної програми встановлюється перелік специфічних кількісних показників екологічної ефективності. Наприклад, екологічна ефективність програм, спрямованих на охорону атмосферного повітря, може оцінюватись за такими індикаторами, як:

- ✓ обсяг зменшення викидів (тис. тонн на рік, кг на рік);
- ✓ частка скорочення обсягів викидів від загального обсягу (%);
- ✓ зменшення щільності викидів в атмосферне повітря по відношенню до певної території (кг на км²);
- ✓ зменшення кількості викидів в атмосферне повітря на одну особу, що проживає на певній території (кг) тощо.

Показники стану довкілля [6]:

- зменшення кількості випадків перевищень ГДК (середньодобових/максимально-разових) вмісту забруднювальних речовин у базовій мережі спостережень по Україні (області/місту/району), у тому числі щодо окремих забруднювальних речовин (% загальної кількості визначень по області/місту/району);
- зменшення кількості днів, у які забруднення атмосферного повітря перевищувало ГДК (дні або % від днів за рік по області/місту/району);
- покращення комплексного індексу забруднення атмосферного повітря (ІЗА) щодо певної території (одиниць ГДК);
- зменшення обсягу використання озоноруйнівних речовин (тонн, у перерахунку на озоноруйнівну спроможність).

Окремі компоненти екологічної ефективності реалізації можуть мати вартісну оцінку, наприклад:

1. обсяг інвестицій, зумовлений продажем (передачею) одиниць (частин) установленної кількості викидів парникових газів;

2. обсяг коштів, що виділяється на розвиток сфери поводження з побутовими відходами;

3. обсяг коштів на удосконалення приладово-технічного оснащення та метрологічного забезпечення мережі спостережень системи моніторингу;

4. обсяг коштів на розроблення наукових і/або технічних пропозицій щодо нових напрямів в охороні довкілля.

Концентрація забруднюювачих речовин в компонентах довкілля є наслідком техногенного впливу, а її величина стає інформативною тільки в порівнянні з початковою концентрацією речовини або з фоновою, або з ГДК. ГДК – необхідний критерій для здійснення санітарної охорони повітря, води, ґрунту й інших компонентів довкілля. Відповідність якості довкілля відповідним стандартам контролюється органами нагляду. Значення ГДК шкідливих речовин для повітря визначається в мг/м³, для води – у мг/дм³, для ґрунтів – у мг/кг. Поряд із ГДК використовуються такі показники, як орієнтовно-безпечні рівні діяння (ОБРД). Вони являють собою орієнтовані гігієнічні нормативи, що обмежують зміст забруднюючих речовин в об'єктах довкілля для забезпечення безпечних умов праці і побуту людей. ОБРД застосовуються на стадії дослідницької і дослідно-промислової розробки, на стадії опробування нових речовин і технологічних процесів. ОБРД улаштовуються розрахунковим шляхом по параметрах токсикометрії і короткостроковим експериментам. В інших країнах, наприклад, США, використовується поняття «величини граничної межі» Threshold Limit Values, що означає середню концентрацію шкідливих речовин за зміну. Для характеристики мікробіологічного і бактеріологічного техногенного забруднення використовуються, зокрема такі санітарно-гігієнічні показники, як біохімічне споживання кисню – БСК (біохімічна потреба в кисні, непрямий показник змісту нестійких, які легко окислюються, органічних речовин у воді водних об'єктів і в стічних водах), колі-індекс (кількість бактерій групи кишкової палички в 1дм³ води), колі-тітр (найменший об'єм води, який припадає на одну кишкову паличку) тощо.

Дуже складною є проблема розробки інтегрального показника, який би враховував усі види впливу. Для того, щоб позбутися від розмірності показника і спростити їхнє використання в картографічних цілях, їх переводять у безрозмірні, найчастіше, відносні величини (поділяють розмірний показник на його фонове чи максимальне (мінімальне) значення) [60]. Наприклад, перелік екологічних критеріїв для проведення моніторингу елементів довкілля може включати:

А. Забруднення атмосферного повітря та порушення озонового шару атмосфери: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, якість атмосферного повітря в міських населених пунктах, використання озоноруйнівних речовин тощо;

В. Зміна клімату: температура повітря, атмосферні опади, викиди парникових газів тощо;

С. Водні ресурси: відновлювальні ресурси прісних вод, забір прісних вод, побутове водовикористання у розрахунку на душу населення, втрати води,

повторне і оборотне використання прісної води, якість питної води, БСК та концентрація азоту амонійного в річковій воді, біогенні речовини в прісній воді, біогенні речовини в прибережних морських водах тощо;

Д. Біорізноманіття та ліси: природні території, що підлягають особливій охороні, ліси та інші лісовкриті землі, види, що знаходяться під загрозою зникнення, і види, що охороняються тощо;

Е. Земельні ресурси та ґрунти: вилучення земель із продуктивного обороту, райони, що зазнають ерозії ґрунтів тощо;

Ф. Сільське господарство: внесення мінеральних та органічних добрив, внесення пестицидів, органічне землеробство тощо;

Г. Енергетика: кінцеве енергоспоживання, загальний об'єм енергоспоживання, енергоємність, енергоспоживання на основі відновлюваних джерел тощо;

Н. Транспорт: пасажирооборот, вантажооборот, склад парку дорожніх механічних транспортних засобів у розбивці по видах палива, що використовується, середній вік парку дорожніх механічних транспортних засобів тощо;

І. Відходи: утворення відходів, транскордонні перевезення небезпечних відходів, переробка та вторинне використання відходів, кінцеве видалення відходів тощо.

Враховуючи зовнішні діючі чинники та негативний досвід впливу аварії ЧАЕС на здоров'я людей та довкілля, варто окремо проаналізувати екологічні показники радіоактивного забруднення. Показники радіоактивного забруднення навколишнього середовища станом на зараз можна переглянути на сайті центральної геофізичної обсерваторії України. Відносну ступінь радіаційної безпеки населення характеризують наступні показники ефективних доз від природних джерел випромінювання:

✓ радіаційний рівень, який відповідає природному фону складає 0,10–0,20 мкЗв/год і вважається нормальним;

✓ рівень у 0,20–0,30 мкЗв/год вважається припустимим;

✓ безпечним рівнем для людини вважається поріг у 0.30 мкЗв/год, тобто опромінення дозою у 0.30 мкЗв на протязі години. Безпечний час знаходження у зоні випромінювання рівнем у 0.60 мкЗв/год не має перевищувати 30 хвилин, а у зоні у 1.2 мкЗв/год – тільки 15 хвилин.

0.22 МкЗв/год – звичайний радіаційний фон, який супроводжує людей у повсякденному житті; біля 0,01 мкЗв разова доза – перегляд кінофільму на кольоровому телевізорі на відстані 2 метрів; 0,1-0,5 мЗв разова доза – флюорографія; 0,01 – 1 мЗв разова доза – приймання радонової ванни; 1.00 МкЗв/год – рівень опромінення, яке отримує екіпаж трансконтинентального літака, що летить через Північний полюс; 11.42 МкЗв/год – рівень опромінення, що різко збільшує вірогідність появи хвороби на рак; 40.00 МкЗв на протязі життя – підстава для евакуації населення після катастрофи у Чорнобилі; 114.15 МкЗв разова доза – викликає променеви хворобу з пониженим вмістом білих тілець у крові.

Всебічний аналіз і оцінка отриманої екологічної інформації вкрай важливим етапом моніторингу довкілля. Інформація про стан навколишнього середовища є просторово-розподіленою інформацією, оскільки дозволяє охарактеризувати не просто елементи довкілля (водні ресурси, атмосферне повітря, лісові ресурси, ґрунтові ресурси тощо), але їх положення в просторі та зміна в часі.

Серед найбільш вживаних методів, які використовуються в системі моніторингу довкілля для аналізу і оцінювання різного роду характеристик/показників стану довкілля варто відмітити [3]:

1. Порівняння даних та визначення їх максимуму і мінімуму:

- порівняння показників стану довкілля з їх ГДК;
- визначення максимального значення;
- визначення мінімального значення.

2. Статистична обробка даних:

- побудова варіаційного ряду;
- побудова гістограми;
- ідентифікація закону розподілу;
- визначення основних статистичних характеристик: середнього арифметичного, середньоквадратичного відхилення, дисперсії, медіани, моди, ексцесу, коефіцієнту асиметрії тощо.

3. Інтраполяція даних:

- звичайна інтерполяція;
- апроксимація;
- екстраполяція.

4. Згладжування даних.

Для здійснення прогнозування змін стану довкілля важливим є аналіз елементів природного середовища в хронологічному порядку, що надає можливості більш якісного управління в питаннях екологічної безпеки. Прогнозна оцінка антропогенних впливів передбачає зіставлення прогнозованих параметрів, якими характеризуються ці впливи. Прогнозування може містити суб'єктивні та об'єктивні параметри (рис. 7).



Рисунок 7 - Типи методів прогнозування

Серед методів, які є найбільш поширеними в прогнозуванні стану довкілля варто відмітити: метод екстраполяції; метод експертних оцінок та метод математичного моделювання [22, 26].

1. *Методи прогнозної екстраполяції* (рис. 8) оснований на припущенні про збереження в часі існуючих тенденцій розвитку основних процесів і припускає можливість поширення висновків, отриманих при спостереженнях над однією частиною явища, на інші його частини або поширення тенденцій, визначених в минулому, на майбутнє. При цьому, період спостережень має бути в декілька раз більшим за прогнозований період. Прогноз визначає очікувані варіанти економічного розвитку виходячи з гіпотези, що основні фактори і тенденції минулого періоду зберуться на період прогнозу або що можна обґрунтувати і врахувати напрямок їхніх змін у розглянутій перспективі.



Рисунок 8 - Методи прогнозної екстраполяції

Для екстраполяції в моніторингу довкілля часто використовують метод найменших квадратів. Основна задача методу найменших квадратів – оцінка закономірностей, які спостерігаються на тлі випадкових коливань, та її використання для подальших розрахунків, зокрема, для прогнозів. Найпростішим у застосуванні є метод графічної екстраполяції, який для підвищення точності прогнозування може поєднуватись з методом найменших квадратів та регресійним аналізом. Суть графічного методу екстраполяції полягає у зображенні на графіку даних, які характеризують процес у минулому (наприклад, про чисельність популяції), з наступним подовженням отриманої кривої на прогнозований період.

2. *Метод експертних оцінок* відноситься до евристичного прогнозування, серед яких найбільш розвиненим є метод Делфі (рис. 9).

Основними елементами методу Делфі є:

1. Структурування потоків інформації як від експертів, так і до них;
2. Зворотні інформаційні зв'язки між учасниками;
3. Анонімність учасників.

За використання методу Делфі важливою є процедура обміну інформацією без прямого контакту експертів. Прямі дискусії замінюються індивідуальними опитуваннями в декілька етапів.

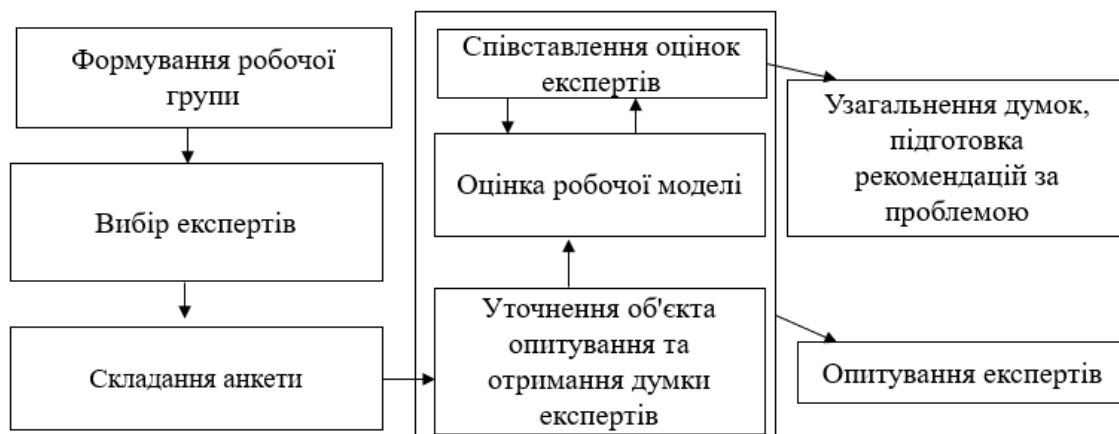


Рисунок 9 - Послідовність етапів метода Делфі

Метод математичного моделювання. Моделювання – це теоретичне або практичне дослідження об'єкта, в якому безпосередньо вивчається не сам об'єкт пізнання, а допоміжна штучна або природна система, яка знаходиться в деякому об'єктивному відношенні із об'єктом пізнання, здатна його замінити в певному відношенні і яка дає при його дослідженні в кінцевому рахунку інформацію про сам модельований об'єкт.

Моделювання ґрунтується на методах теорії подібності. Подібними називаються явища, у яких всі процеси або найбільш суттєві при даному дослідженні у будь-який момент часу і у будь-якій точці простору відрізняються від відповідних параметрів іншого явища у певне (постійне) число раз, що називають масштабом моделі. Ознаками подібності й умовами встановлення її при реалізації моделювання обирають чисельно однакові критерії подібності. Подібність явищ може бути фізичною і математичною. У фізично подібних явищах всі процеси мають однакове фізичне походження. У математично подібних явищах процеси мають різне фізичне походження, але описуються однаковими рівняннями. Можливості встановлення подібності при математичному моделюванні виявляють за допомогою теорії подібності, яка ґрунтується на аналізі відповідних рівнянь, а також експериментальною перевіркою.

Найістотніша функція моделі – заміна об'єкта вивчення і виконання нею ролі засобу, інструменту пізнання, який можна застосовувати як до вивчення самого оригіналу, так і до подібних йому.

Групи моделей:

- математичні – призначені для дослідження явищ на установках, які дозволяють реалізувати математичну подібність;
- геометричні – дають тільки геометричну подібність без відображення суті явищ, які відбуваються;
- фізичні – для дослідження явищ на установках, які зберігають подібність основних фізичних процесів досліджуваного явища.

Фізичне моделювання дає можливість замінити у процесі дослідження складні об'єкти і процеси більш простими і досліджувати на основі цього замість реальних об'єктів і процесів їх прості замітники. При цьому вони дають можливість наочно спостерігати за багатьма реальними процесами чи

явищами. За допомогою фізичних моделей стає можливим вивчати і прогнозувати вплив окремих параметрів на досліджувані об'єкти. Математичні моделі дозволяють кількісно досліджувати процеси і явища, які важко піддаються вивченню на фізичних моделях. Математичним моделюванням можна передбачити властивості або поведінку досліджуваного об'єкта чи процесу ще до їх створення.

При математичному моделюванні виникають похибки трьох видів:

1. первинна похибка – через розходження між дійсним значенням фізичної величини в натурі та її розрахунковим значенням, прийнятим для здійснення на моделі;

2. вторинна похибка – через неточність відтворення на моделі модельованих величин (розрахункових значень) і похибки вимірювання;

3. принципова похибка – через неповне врахування моделлю факторів, що впливають на досліджувані процеси (наприклад, зумовлених наближеним моделюванням).

На вхід системи надходить наявна на даний час інформація про явище, процес чи об'єкт, а на виході системи отримують інформацію про майбутні параметри явища, процесу чи стану об'єкта, тобто власне прогноз (рис. 10). На основі цієї схеми окремо проводиться прогнозування кожного з видів антропогенного впливу, що мають місце. Сумарний вплив враховується при оцінці прогнозних результатів.

Першим етапом при прогнозуванні є збір і аналіз необхідної вихідної інформації, що стосується джерел, факторів і параметрів процесів антропогенного впливу в ретроспективі і в даний час. Значна частина зазначеної вихідної інформації може бути отримана безпосередньо на основі спостережень за факторами антропогенного впливу. Частково вихідна інформація для прогнозування виробляється також блоком моніторингу, зв'язаним з оцінкою рівнів антропогенного впливу.



Рисунок 10 - Схема прогнозування стану довкілля

Другий етап прогнозування полягає у створенні математичної моделі процесу антропогенного впливу на довкілля, а також методів ідентифікації її параметрів і структури за вхідними даними. Модель розробляється з урахуванням даних ретроспективного аналізу модельованого процесу антропогенного впливу. При створенні моделі процесу антропогенного впливу виходять з цілей і задач прогнозування і враховують так званий інтервал попередження (заданий відрізок часу з моменту формування прогнозу до моменту в майбутньому, для якого цей прогноз робиться). Третім етапом прогнозування є проведення необхідних розрахунків і візуалізація їхніх результатів. На заключному четвертому етапі прогнозування виробляється оцінка адекватності моделі реальним процесам і вірогідності одержуваної прогнозованої інформації. Прогнозована ситуація, пов'язана з антропогенним впливом, залежить від багатьох факторів стохастичної природи і характеризується невизначеністю, тому часто використовують метод максимуму правдоподібності, який ґрунтується на імовірнісному підході.

Більшість технічних систем, які є наслідком науково-технічного прогресу, становить з довкіллям єдине ціле, одну систему, що характеризується певною структурною функцією взаємодії природних і технічних елементів, специфічних для даної системи. Взаємодія елементів або окремих підсистем визначається природними, технічними, а також природно-антропогенними процесами, що відображають як фундаментальні закони природи (наприклад, закон збереження речовини та енергії), так і специфічний вплив (зумовлені структурою системи або закладеними в неї технологіями) на довкілля [26].

Технологія оцінки продуктивності, сумарних ресурсів, викидів із підприємств, інтегральний вплив довкілля є критеріями природно-технічної системи і характерні лише для певної системи взаємодії природи й суспільства. Повна характеристика на основі ієрархії систем (рис. 10), а саме – взаємовідносин природно-технічної системи систем вищого рівня ієрархії – соціоекологічні, еколого-економічні тощо. Відповідно до того, яка із систем розглядається, змінюється й оцінок і критеріїв.



Рисунок 11 - Принципова схема дворівневої імітаційної взаємодії «система-середовище» [26]

Окрім згаданих вище, застосовуються й інші методи. Наприклад, метод, заснований на визначенні мінімуму максимального відхилення параметрів детермінованої частини моделі від їхніх експериментальних значень та інші. За результатами прогнозування виробляється оцінка антропогенних впливів. При цій оцінці прогнозовані параметри, що характеризують антропогенні впливи, порівнюються з їх критеріальними значеннями. На основі цього порівняння проводиться відповідний аналіз і формуються висновки про доцільність проведення тих чи інших природоохоронних заходів.

Тема 6: Основи екологічного картографування

Екологічне картографування – це одна із складових інформаційної системи екологічного управління, що ґрунтується на використанні топографічної інформації та спеціальних екологічних карт. Це розділ екології про способи збору, аналізу та картографічного представлення інформації про стан навколишнього середовища проживання людини та інших біологічних видів та екологічну обстановку. Метою екологічного картографування є аналіз екологічної ситуації та її динаміки, тобто виявлення просторової і часової мінливості факторів природного середовища, які впливають на здоров'я людини і стан екосистеми. Для досягнення цієї мети потрібно виконати збір, аналіз, оцінку, інтеграцію, територіальну інтерпретацію і створити географічно коректне картографічне представлення екологічної інформації [1, 2].

Екологічне картографування традиційно найбільшою мірою орієнтоване на забезпечення державних, регіональних та місцевих програм і проектів природоохоронної спрямованості. Будь-яка природоохоронна діяльність здійснюється в рамках конкретних територій, і тому не можлива без використання картографічної форми подання інформації. Екологічна інформація дуже різноманітна як за походженням, так і за змістом. Вона надходить з офіційних і неофіційних джерел, отримується в результаті досліджень з використанням різних сучасних методів. До неї відносяться матеріали дистанційного зондування, якісні і кількісні характеристики забруднюючих речовин і статистичні дані про обсяги та умови їх надходження у навколишнє середовище, просторова й часова динаміка фактично обмірюваних рівнів і складу забруднень, дані про стан здоров'я населення, рослинний покрив, тваринний світ і багато інших компонентів. Сучасним етапом охорони навколишнього середовища став розвиток екологічного картографування як універсального методу аналізу екологічної інформації.

У рамках природоохоронної діяльності виділяють наступні основні складові частини, які вимагають картографічного забезпечення: 1) науково-дослідна робота (з розподілом за компонентами природного середовища, методів дослідження, територіальними одиницями різного ієрархічного рівня або в глобальному масштабі); 2) практична діяльність з охорони атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтів та надр,

рослинності і тваринного світу, ландшафтів (екосистем); 3) екологічна освіта та виховання (включаючи викладання, пропаганду екологічних знань і дотримання прав особистості і суспільства на інформацію).

Картографування екологічних ситуацій – процес складний, особливо при виявленні гострих екологічних ситуацій, вимагає передусім узагальнення великої кількості картографічних матеріалів.

У цілому послідовність етапів розробки карт екологічних ситуацій включає кілька етапів [5]:

1. визначення суб'єкта оцінки та картографування, масштаб дослідження;
2. формулювання мети (постановка завдання, вибір критеріїв оцінки);
3. визначення територіального каркасу, територіальних одиниць (індивідуальне районування – проблемні ареали);
4. оцінювання виявлених територіальних одиниць за сприятливістю їх властивостей для даного суб'єкта, розробка оціночних шкал;
5. розробка картографічної моделі, знакових систем, проектування легенди, пояснювальних текстів тощо.

З урахуванням наявності вихідної інформації, розроблено два алгоритми складання карт екологічних ситуацій: при відсутності необхідних кількісних даних і при достатньому інформаційному забезпеченні. Обидва варіанти передбачають подання вихідної інформації в картографічній формі у вигляді одномасштабних карт. У першому випадку використовуються аналітичні (географічні) експертні оцінки, у другому – метод формалізованих оцінок [1, 2, 5].

Метод географічних експертних оцінок. Даний метод дозволяє вирішувати два завдання: виявлення екологічних проблем та їх просторову локалізацію. Виявлення проблем відбувається при зіставленні рівнів антропогенного навантаження на дану територію та потенціалу стійкості самої території. Просторова локалізація екологічних проблем проводиться експертом-географом за допомогою експертних оцінок за числом кількісних даних.

Метод формалізованих оцінок. Для складання карт за другим варіантом залучаються показники, які мають кількісну оцінку, і ставиться завдання виключення експертних оцінок вже на початковому етапі виявлення екологічних проблем. Лише на останньому етапі – визначення гостроти екологічних ситуацій – вводяться географічні експертні оцінки. Для створення карт таким методом використовуються значення показників, при яких виникає екологічна проблема, наприклад ерозія оцінюється з виносу речовини, забруднення середовища за вмістом хімічних речовин, що перевищують гранично допустимі концентрації.

Отже, картографування екологічних ситуацій передбачає ряд строго послідовних дій і створення системи карт, що забезпечують цілеспрямовану характеристику стану природи, господарства і населення території. Складність і багатоаспектність екологічних проблем та ситуацій не дають можливості показати їх на одній комплексній карті. Система карт

складається з трьох розділів: I – екологічно значимі природні властивості, природно-ландшафтна диференціація території; II – використання території (земель), антропогенні навантаження і щільність населення; III – оцінка екологічної ситуації. Розробка системи карт повинна бути підпорядкована одній ідеї, закладеній в комплексній екологічній карті.

Комплексність екологічного картографування передбачає одночасне відображення: 1. Географічного середовища (ландшафтів), в якому відбувається взаємодія і розвиваються екологічні відносини між природними та соціально-економічними системами; 2. Техногенних і антропогенних впливів і реакції середовища на них; 3. Оцінок результатів взаємодії, тобто екологічного стану елементів природного середовища.

При цьому об'єктом картографування може бути як сучасний, так і минулий чи майбутній стан довкілля. Виняткова складність комплексного екологічного картографування обумовлена, перш за все, множинністю характеристик, які потрібно приймати до уваги. Практичне завдання комплексного екологічного картографування вирішується шляхом створення атласів та серій взаємопов'язаних карт екологічного змісту або складання окремих комплексних карт, зміст яких включає в мінімально допустимому обсязі всі перераховані елементи. У атласах і серіях карт переважна частина обсягу припадає на карти, що характеризують стан окремих компонентів середовища.

В даний час виділяється три різновиди комплексних екологічних карт:

I. інвентаризаційні (елементи природного середовища, характер їх використання, джерела техногенного впливу на них);

II. інвентаризаційно-оціночні (характеристика впливу середовища на техногенний вплив. Оцінки носять наближений характер і ґрунтуються головним чином на біоіндикації даних);

III. комплексні оціночні (оцінка екологічної ситуації, що характеризує як окремі геокомпоненти, так і середовище в цілому).

Принцип комплексності оцінки стану середовища припускає просторово диференційований облік всієї системи взаємозв'язків між організмами і середовищем. Практичне рішення цього завдання може бути досягнуто або на основі кількісних досліджень стану всіх геокомпонентів, або на рівні якісних оцінок. При цьому найважливішим фактором формування екологічних ситуацій є стійкість ландшафту. Класифікація екологічних карт залежить від якісної складової карт: аналіз і узагальнення фактично існуючих картографічних матеріалів або теоретичні передумови.

Загально визнаною є класифікація екологічних карт з науково-прикладної спрямованості (рис. 11):

✓ Інвентаризаційні, тобто націлені на облік і описові характеристики природних об'єктів;

✓ Оціночні, тобто характеризують відповідність станів і умови природного середовища за якими-небудь критеріями та/або нормативами;

✓ Прогнозні, тобто відображають передбачувані і/або недоступні для безпосереднього вивчення природні об'єкти та їх властивості;

✓ Рекомендаційні, тобто спрямовані на оптимізацію і гармонізацію відносин в довкіллі, запобігання або пом'якшення несприятливих явищ.

Групи карт:

1. Карти оцінки природних умов і ресурсів для життя і діяльності людини;
2. Карти несприятливих і небезпечних природних умов і процесів;
3. Карти антропогенних впливів і змін природного середовища;
4. Карти стійкості природного середовища до антропогенних впливів;
5. Карти охорони природи і природоохоронних заходів;
6. Медико-географічні карти;
7. Карти рекреації;
8. Комплексні екологічні (еколого-географічні, геоекологічні) карти.

Також досить поширеними є класифікації екологічних та еколого-географічних карт за масштабом та територіальним охопленням, за широтою теми (загальні і приватні, аналітичні та синтетичні). Специфічним для екологічних карт є їхній підрозділ джерел вихідної інформації на карті, складені на основі: дистанційного зондування, статистичних даних та їх обробки; польового картографування та моніторингу; вивчення складання біоіндикаторів; узагальнення матеріалів з різних джерел [2, 5, 15, 25, 36].

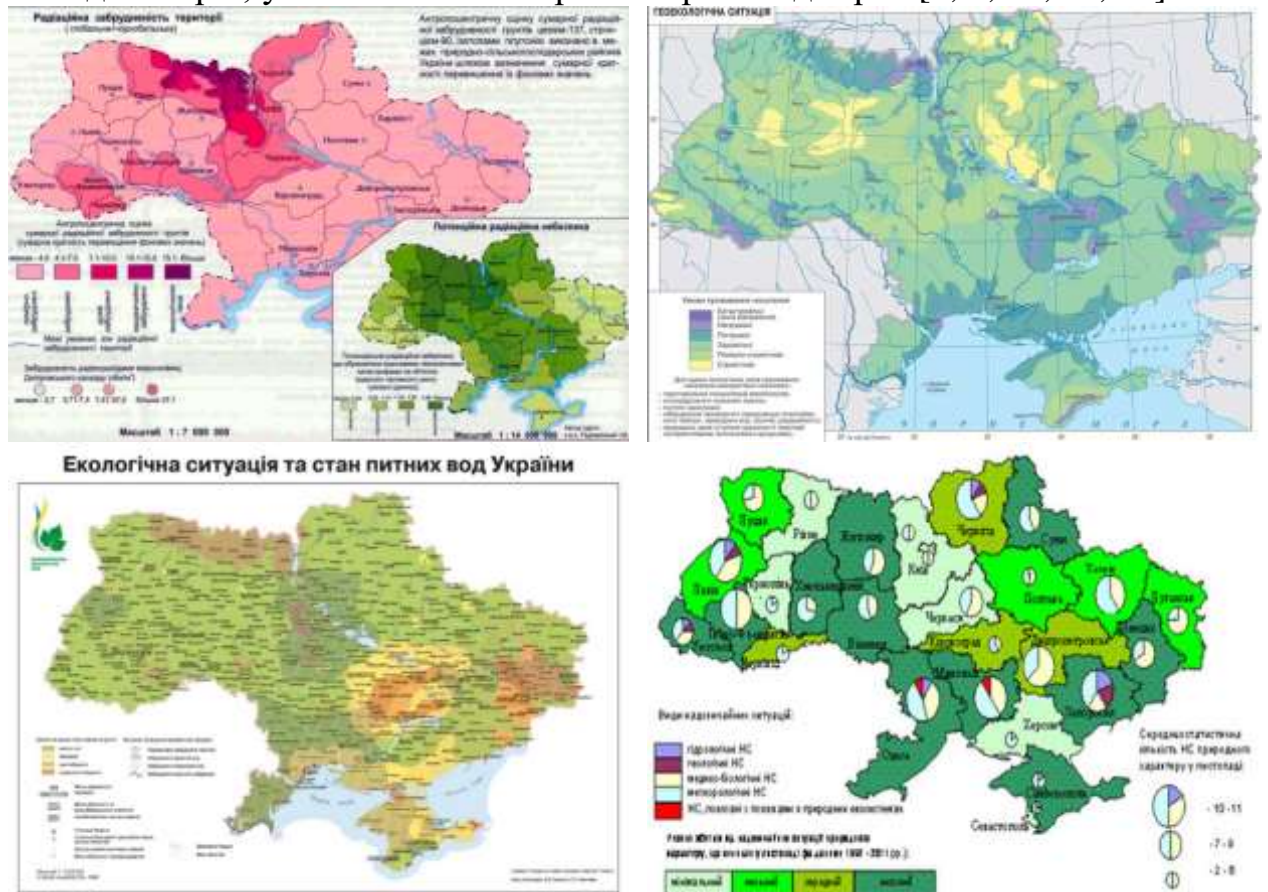


Рисунок 12 - Приклади типів екологічних мап

Типи біоекологічних карт. Традиційно картографування живого покриву біосфери розвивається в вигляді вивчення рослинного покриву (ботаніко-географічне), тваринного світу (зоогеографічне) і біогеографічне.

До теперішнього часу в біоекологічному картографуванні накопичено певний досвід відображення екологічних зв'язків живого покриву з різними

факторами навколишнього середовища, включаючи антропогенний вплив. Біоекологічні карти як карти природи мають самостійне значення в пізнанні рослинного покриву, тваринного населення і природних комплексів у цілому. Вони відображають поширення біологічних об'єктів, серед яких можуть бути окремі систематичні таксони різного рангу, групи або комплекси таксонів, а також ценотичні підрозділи рослинного покриву і тваринного населення в усьому їх різноманітті в зв'язку з визначальними факторами середовища.

Біоекологічні карти можна систематизувати за різними критеріями:

- ✓ за змістовними концепціям (біорізноманіття, біомна, екосистемна, еколого-динамічна тощо),
- ✓ за ступенем інтеграції інформації (аналітичні, інтегральні),
- ✓ за функціональною спрямованістю (інвентаризаційні, оціночні, індикаційні, рекомендаційні тощо).

Фітоекоекологічне картографування. Відзначаючи нерівномірність вивченості рослинного покриву в межах окремих країн і континентів, можна констатувати загальну забезпеченість знань про нього в планетарному масштабі, що створює інформаційний фундамент для постановки і вирішення різнопланових екологічних завдань на глобальному рівні при можливості їх адаптації до умов окремо взятих регіонів. Карти рослинності виступають в якості інвентаризаційних карт при екологічній оцінці території. Карти актуального рослинного покриву показують стан і розповсюдження рослинних угруповань. Вони необхідні для оцінки поточного стану рослинного покриву території та моніторингу, за використання рослинних ресурсів, екологічної експертизи різних проектів, для розвитку екологічних мереж і системи особливо охоронюваних природних територій, охорони ботанічних об'єктів тощо.

Рослинність на картах можна систематизувати залежно від принципів, закладених при їх складанні, і завдань, які вони вирішують: 1) відповідно до таксономії; 2) за принципом екологічних зв'язків угруповань з фізико-географічними факторами; 3) за окремими або кількома ознаками угруповань, які мають спеціальне практичне значення. Карти рослинності є картами інвентаризації різноманітності, структури і стану рослинного покриву території. У класифікації еколого-географічних карт науково-прикладної спрямованості особливе місце відводиться картам, що відображають процеси і наслідки антропогенної трансформації природного навколишнього середовища. Карти цього класу орієнтовані на глобальні, регіональні та локальні екологічні проблеми як результат порушення структурно-функціональної організації геосистем різного рівня. Ступінь порушеності рослинного компонента природних комплексів визначається як для окремих рослинних угруповань, що становлять рослинний покрив регіону, і для його підрозділів різного рівня (до популяцій видів), що представляють ресурсну чи іншу цінність з точки зору збереження якості середовища проживання, так і для рослинного покриву в цілому. При антропогенної трансформації рослинності відбувається зміна вихідних (фонових) угруповань їх антропогенними похідними. Вона супроводжується

зменшенням внеску типових для угруповань видів, зміною домінантних видів, зниженням біологічного різноманіття, продуктивності, спрощенням структури угруповань та порушенням структурно-функціональних зв'язків. В якості критеріїв дигресії рослинності часто використовують такі показники:

- збереження видового складу рослинних угруповань і роль участі в них засмічених видів;
- проективне покриття трав'яного покриву і ступінь його порушеності;
- стан деревостану і роль корінних видів;
- збереження структури рослинних угруповань;
- продуктивність угруповань;
- положення угруповань на градієнті антропогенної трансформації.

Аналіз структурно-динамічних особливостей і класифікація рослинності дають можливість пов'язати різноманітність рослинних угруповань в складні динамічні системи – епітаксони різних рівнів організації (епіасоціації, епіформації тощо). Системний структурно-динамічний підхід до вивчення екосистем, розуміння підрозділів рослинного покриву як визначальних їх компонентів, широко використовується при розробці принципів і методів сучасного фітоекологічного картографування і побудови карт епітаксонов. Для відображення антропогенної динаміки рослинного покриву на картах застосовуються такі категорії динамічного стану, як корінні, умовно корінні, похідні угруповання, об'єднані в ряди антропогенної трансформації.

Карти екологічного стану рослинного покриву – інтегральні карти оцінки сучасного екологічного стану рослинного покриву і аналітичні карти для окремих типів рослинності (лісовий, луговий, болотної і ін.).

Виявлення чинників антропогенного впливу: 1) розорювання земель, випас, транспортна мережа); 2) визначення характеру впливу (природний, антропогенний, природньо-антропогенний); 3) встановлення спрямованості процесів трансформації рослинності (опустелювання, заболочування, засолення) і загальних тенденцій зміни (деградація, відновлення); 4) визначення просторової виразності трансформації (вогнищева, лінійна, точкова); 5) визначення тривалості і тимчасового режиму впливу (багаторічне, цілорічне, сезонне, епізодичне); 6) виявлення стадій трансформації рослинності для різних типів угруповань по відношенню до різних факторів впливу; 7) опис фонових (непорушених) ділянок природної рослинності по відношенню до яких оцінюється стан порушених площ.

В результаті аналізу та оцінки стану рослинні угруповання класифікуються за оцінним якісними категоріями: непошкодженими (фонові), умовно порушені, слабо-, середньо-, сильно- порушені і знищені. Для складання рядів трансформації часто використовуються аналітичні карти антропогенних факторів впливу, тривалості, строків давності впливу і ступеня їх прояву.

Зооекологічне картографування. Зооекологічні карти відображають зв'язки окремих видів тварин або угруповань з екологічними параметрами

середовища. Різноманіття зооекологічних карт можна розділити на карти тваринного населення і карти ареалів видів тварин. Категорії типів поділяються на типи на підставі спеціалізації видів-домінантів і субдомінантів по відношенню до екологічної характеристики середовища існування (наприклад, чинник вологості, освітлення, трофності ґрунту тощо). В області картографування біоти, в зв'язку з розвитком сучасних інформаційних технологій переважає комплексний підхід до складання біоекологічних карт, наприклад, оглядових карт оцінки різноманіття на різних рівнях організації живого.

Під екологічним потенціалом території розуміється здатність ландшафту забезпечити потреби живих організмів в первинних засобах існування. Найважливішим показником екологічного потенціалу біоти і її стійкості є біологічне різноманіття (видове, ценотичне, екосистемне, окремо як для рослинного і тваринного світу).

Тема 7: Методи і засоби моніторингових досліджень.

Вимірювання параметрів довкілля

Ю. Израелем [23] ввів поняття екоаналітичний моніторинг, технології якого охоплюють розробку і використання засобів, систем і методів спостережень за показниками стану природного середовища, оцінку і вироблення рекомендацій та управляючих впливів в природно-техногенній сфері, прогнози його еволюції, екологічні і технологічні характеристики виробничої сфери, медико-біологічні і санітарно-гігієнічні умови існування людини і біоти.

Засоби контролю за довкіллям – сукупність приладів і інших технічних засобів (пристроїв) для здійснення моніторингу забруднень, до яких відносяться засоби для відбору із об'єктів довкілля проб, їх зберігання, транспортування, підготовки до аналізу, вимірювання вмісту, ідентифікації чи безпосереднього виявлення забруднюючих речовин чи фізичних факторів в контрольованому середовищі, а також пристроїв для обробки, відображення і передачі отриманої інформації [3].

Структурними ланками підсистеми моніторингу за станом довкілля є:

- ✓ вимірювальна система (засоби і методи вимірювання);
- ✓ інформаційна система (бази і банки даних техніко-економічної, правової, санітарно-гігієнічної, медичної і біологічної спрямованості);
- ✓ системи моделювання і оптимізації показників об'єктів;
- ✓ системи відновлення і прогнозу екологічних чинників і метеофакторів;
- ✓ система підготовки рішень і доведення їх (а також самої екологічної інформації) до споживачів.

Побудова вимірювального комплексу систем екологічного моніторингу ґрунтується на використанні точкового і інтегрального методів вимірів з допомогою стаціонарних (стаціонарні пости спостережень) і мобільних (автомобілі-лабораторії, аерокосмічні засоби) технічних засобів

вимірювання. Дистанційні (аерокосмічні) засоби використовуються при необхідності отримання масштабних відомостей і інтегральних показників стану довкілля. Отримання інформації забезпечується трьома групами приладів, які вимірюють: фонові показники; фактичні концентрації забруднюючих речовин поблизу джерел забруднень чи в місцях роботи і проживання населення; метеорологічні характеристики (швидкість і напрям вітру, температуру, тиск, вологість тощо).

Методи спостереження і контролю за станом навколишнього середовища [3, 10, 14, 50]. Для отримання об'єктивної інформації щодо стану і рівня забруднення різних об'єктів довкілля необхідно володіти надійними методами і засобами екологічного моніторингу. Підвищення ефективності контролю за станом довкілля може бути досягнуто підвищенням продуктивності, оперативності і регулярності вимірювань, збільшенням масштабності охоплення одночасним контролем; автоматизацією і оптимізацією технічних засобів контролю і самого процесу. Методи екологічного спостереження і контролю поділяються на контактні та неконтактні (дистанційні), а контрольовані показники – на функціональні (продуктивність, кругообіг речовин) і структурні (абсолютні або відносні значення фізичних, хімічних біологічних параметрів – концентрація забруднюючої речовини, коефіцієнт сумарного забруднення) [50].

Контактні методи моніторингу довкілля. Контактні методи контролю стану навколишнього середовища представлені як класичними методами хімічного аналізу, так і сучасними методами інструментального аналізу (рис. 12). Окремо варто подати класифікацію найбільш вживаних методів моніторингу довкілля: електрохімічні, хроматографічні, спектральні методи аналізу об'єктів навколишнього середовища (рис. 13–16).



Рисунок 13 - Структура контактних методів моніторингу довкілля

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

1. селективністю і точністю визначення;
2. відтворюваністю одержуваних результатів;
3. чутливістю визначення;

4. межами виявлення елементу (речовини);
5. експресністю аналізу.



Рисунок 14 - Електрохімічні методи аналізу об'єктів довкілля



Рисунок 15 - Хроматографічні методи аналізу об'єктів довкілля



Рисунок 16 - Спектральні методи аналізу об'єктів довкілля

Дистанційні методи контролю навколишнього середовища. Контактні методи моніторингу стану довкілля доповнюються неконтактними (дистанційними), заснованими на використанні двох властивостей зондувальних полів (електромагнітних, акустичних, гравітаційних). Зондувальні поля володіють широким набором інформативних ознак і різноманітністю ефектів взаємодії з речовиною об'єкта контролю. Принципи функціонування засобів неконтактного контролю умовно поділяють на пасивні і активні. У першому випадку здійснюється прийом зондуючого поля, яке виходить від самого об'єкта контролю, в другому проводиться прийом відбитих, тих, що пройшли або перевипромінених зондувальних полів, створених джерелом. Неконтактні методи спостереження та контролю представлені двома основними групами методів: аерокосмічними та геофізичними.

Основними видами аерокосмічних методів дослідження є оптична фотозйомка, телевізійна, інфрачервона, радіотеплова, радіолокаційна, радарна і багатозональна зйомка. Неконтактний контроль атмосфери здійснюється за допомогою радіоакустичного і лідарних (лазерних) методів. Спочатку радіохвилі були використані для аналізу стану іоносфери (по відбиттю й заломленню хвиль), потім сантиметрові хвилі використали для дослідження опадів, хмар турбулентності атмосфери. Область використання радіоакустичних методів обмежена порівняно з локальними об'ємами повітряного середовища (близько 1-2 км в радіусі) і допускає їх функціонування в наземних умовах і на борту повітряних суден. Однією з причин появи відбитого акустичного сигналу є дрібномасштабні температурні неоднорідності, що дозволяє контролювати температурні зміни, профілі швидкості вітру, верхню межу туману. Принцип лідарного (лазерного) зондування полягає в тому, що лазерний промінь розсіюється молекулами, частками, неоднорідностями повітря; поглинається, змінює свою частоту, форму імпульсу, в результаті чого виникає флюоресценція, яка дозволяє якісно або кількісно судити про такі параметри повітряного середовища, як тиск, густина, температура, вологість, концентрація газів, аерозолів, параметри вітру. Перевага лідарного зондування полягає в монохроматичності, когерентності (властивість хвилі зберігати свої частотні, поляризаційні й фазові характеристики) та можливості змінювати спектр, що дозволяє вибірково контролювати окремі параметри повітряного середовища. Головний недолік – обмеженість верхньої межі зондування атмосфери з Землі впливом хмар [50].

Основними методами неконтактного контролю природних вод є радіояскравий, радіолокаційний, люмінесцентний. Радіояскравий метод використовує діапазон зондувальних хвиль від видимого до метрового для одночасного контролю хвилювання, температури і солоності.

Радіолокаційний (активний) метод полягає в прийомі і обробці (амплітудного, енергетичного, частотного, фазового, поляризаційного, просторово-часового) сигналу, відбитого від схвильованої поверхні. Для дистанційного контролю параметрів нафтового забруднення водного

середовища (площа покриття, товщина, хімічний склад) використовується лазерний відбивний, лазерний люмінесцентний методи і фотографування в поляризованому світлі. Люмінесцентний метод заснований на поглинанні оптичних хвиль нафтою і відмінності спектрів світіння легких і важких фракцій нафти. Оптимальний вибір довжини збудливої хвилі дозволяє по амплітуді і формі спектрів флюоресценції ідентифікувати типи нафтопродуктів.

Геофізичні методи досліджень застосовуються для вивчення складу, будови і стану масивів гірських порід. До них відносяться: магніторозвідка, електророзвідки, терморозвідка, візуальна зйомка, ядерна геофізика, сейсмічні й геоакустичні та інші методи.

Наземні інструментальні геофізичні системи моніторингу включають:

- ✓ райони розміщення особливо небезпечних об'єктів промислового і громадського будівництва;
- ✓ промислові зони, де ведеться видобуток корисних копалин, відкачування підземних вод, промислових стоків, місця складування відходів;
- ✓ території, зайняті паливно-енергетичними комплексами;
- ✓ території з мульдами 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 з унікальними архітектурними спорудами.

З кінця 1990-х рр. в Україні проводяться організаційні роботи в області екологічного моніторингу з використанням космічних засобів, а також формуванням інфраструктури регіональних центрів збору і прийому космічної інформації. З метою забезпечення моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем і здійснення контролю за використанням їх інформації КМУ прийняв пропозицію НКАУ та НАНУ про утворення державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем (Постанова від 7 квітня 2003 р. № 486) (рис. 17).



Рисунок 17 - Державна мережа моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем

До державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем входять розташовані на території України пункти спостереження, що належать до сфери управління НКАУ, НАНУ, Міністерства екології та природних ресурсів, МОН:

1. Астрономічна обсерваторія Національного університету «Львівська політехніка».

2. Лабораторія космічних досліджень Ужгородського національного університету.

3. Миколаївська астрономічна обсерваторія.

4. Державний міжвузівський центр лазерно-локаційних спостережень штучних супутників Землі «Оріон», м. Алчевськ Луганської області.

5. Центр приймання і оброблення спеціальної інформації НКАУ та контролю за навігаційним полем Національного центру управління та випробувань космічних засобів, м. Дунаївці Хмельницької області.

6. Центр прийому наукової інформації Національного центру управління та випробувань космічних засобів, м. Євпаторія Автономної Республіки Крим.

7. ВАТ «Науково-дослідний інститут радіотехнічних вимірювань», м. Харків.

8. Центр приймання інформації Державного науково-виробничого підприємства «Обрій», с. Слов'янка Чернігівської області.

9. Головна астрономічна обсерваторія, НАНУ, м. Київ.

10. Полтавська гравіметрична обсерваторія Інституту геофізики імені С. І. Суботіна.

Галузі застосування: управління територіями та планування їхнього розвитку, планування й ведення військових операцій, сільське, лісове, водне господарства, будівництво, екологічний моніторинг, контроль раннього виявлення та прогноз надзвичайних ситуацій, інвентаризація та контроль використання земельних та інших природних ресурсів.

Головними завданнями зазначеної мережі є: збирання, опрацювання й доведення інформації глобальних навігаційних супутникових систем до спеціалізованих державних служб України під час виконання ними робіт з базового координатно-часового забезпечення держави, а також задоволення потреб інших споживачів цих систем у підвищенні точності визначення місцезнаходження.

Супутникові дані дистанційного зондування дозволяють вирішувати наступні завдання контролю стану навколишнього середовища:

➤ визначення метеорологічних характеристик: вертикальні профілі температури, інтегральні характеристики вологості, характер хмарності;

➤ контроль динаміки атмосферних фронтів, ураганів, отримання карт великих стихійних лих;

➤ визначення температури підстилаючої поверхні, оперативний контроль і класифікація забруднень ґрунту і водної поверхні;

➤ виявлення великих або постійних викидів промислових підприємств;

- контроль техногенного впливу на стан лісопаркових зон;
- виявлення великих пожеж та виділення пожежонебезпечних зон в лісах;
- виявлення теплових аномалій та теплових викидів великих виробництв і ТЕЦ в мегаполісах;
- реєстрація димних шлейфів від труб;
- моніторинг і прогноз сезонних паводків і розливів річок;
- виявлення та оцінка масштабів зон великих повеней.

Класифікація екоаналітичних засобів. Існує кілька класифікацій засобів виміру, в основу яких, залежно від мети досліджень, покладені різні основи для класифікації. Загалом, засоби екоаналітичних вимірювань можна поділити на групи:

1. Автоматичні і неавтоматичні – залежно від рівня їх автоматизації, тобто можливість засобів виконати всі або окремі операції екоаналітичного циклу (пробовідбір, пробопідготовка, вимір) без участі людини;
2. Мобільні та стаціонарні – залежно від можливості переміщення засобів вимірювання до джерела забруднення;
3. Аналізатори і сигналізатори – залежно від форми аналітичного ефекту;
4. Універсальні – вимірюють вміст практично будь-яких речовин різних класів (наприклад, хроматограф або спектрограф), групові – аналізують за властивостями речовин одного класу або групи (наприклад, атомно-адсорбційний аналізатор важких металів або багатоцільовий аналізатор вихлопних газів автотранспорту) і цільові – специфічні до конкретних речовин (наприклад, аналізатор СО, аналізатор парів Hg і т.д.);
5. За середовищем, що аналізується: газоаналізатори – для газів (атмосфери), аква-аналізатори – для аналізу вод, аналізатори для сипких тіл (грунту, пилу) тощо.
6. Аналогові і цифрові – за способом реєстрації результатів.

Широко застосовується також класифікація за методом вимірювання, який лежить в основі дії засобу вимірювання (табл. 6). Для різних компонентів довкілля системи моніторингу розвинені неоднаково. Найбільш досконалими в цій області є системи контролю та моніторингу атмосферного повітря. В основу цієї концепції покладено принципи побудови мережі метеорологічного контролю, стаціонарні, маршрутні і пересувні підфакельних пости спостережень, періодичний відбір разових проб, лабораторний аналіз.

Вимоги до засобів вимірювання. Основними вимогами до засобів вимірювання, які використовуються у екомоніторингових вимірах є:

1. Випробовування для затвердження типу засобів вимірювання.
2. Дотримання встановленої в технічному паспорті області застосування.
3. Норми похибки вимірювань.
4. Вихід, який дозволяє здійснювати його інтерфейс з персональним комп'ютером.

5. Низька вартість експлуатації приладу (величина електроспоживання, витрата реактивів, газів, витратних матеріалів).

6. Прилади, призначені для масових аналізів, не повинні потребувати дуже високої кваліфікації виконавця.

7. Не дуже вартісний ремонт.

8. Атестовані методики виконання вимірювань.

9. Наявність технічної документації українською мовою, а також україномовного програмного забезпечення.

Таблиця 6 - Класифікація засобів вимірювання за аналізом особливостей середовища

Контрольоване середовище	Особливості природних середовищ	Метод	Речовина, яка визначається (клас, група)
Гази (атмосферне повітря тощо)	Природна атмосфера, повітря населених пунктів, повітря робочої зони, промвикиди тощо	Хроматографія (ГХ, РХ, ГРХ, ТШХ) Фотометрія	Нітроген оксиди Аміні амоніак Ацетон, кетони Бензпірени
Рідини (води тощо)	Природні води суші, морські води і відкладення, води рибогосподарських водойм, питтєві і побутові води, стічні води	Спектриметрія (ААС, АЕС, УФ, ІЧ) Люмінометрія Електрохімія	Бензин, нафтопродукти Бензол, ароматичні сполуки Пил
Тверді (сипучі) тіла	Грунти, пил, порошки, тверді поверхні	Титриметрія Турбідиметрія	Дихлоретан Діоксин
Біосередовища (біооб'єкти)	Біосубстрат тварин і рослин, внутрішнє середовище людського організму, продукти харчування тваринного походження	Гравіметрія Радіометрія Каталітометрія Біохімічно-ферментний метод	Меркаптан Арсен, селен, телур Озон, пероксиди Ртуть, свинець, олово Важкі метали

Сукупність методів, які лежать в основі застосування технічних засобів, і послідовність операцій спостереження (вимірювань) показників навколишнього середовища, в однаковій мірі необхідні для отримання моніторингової інформації про стан довкілля і наявності в ньому забруднень, їх характер, якісний склад і кількісний вміст в об'єктах середовища. Знання методології цих процедур вимагає вивчення ряду алгоритмів: пошуку місця відбору, а також зберігання і транспортування проб, підготовки їх для аналізу, власне екоаналітичних вимірювань, обробки і подачі отриманих результатів, а також організації і проведення повторних перевірок за контролюючими показниками [50].

Виділяють основні технологічні процедури контролю:

➤ виявлення підконтрольного об'єкту (уточнення джерела забруднення) за наявними скаргами, документами або у відповідності з отриманою заявкою (наприклад, вихідний колектор стічних вод підприємства, який скидає їх у поверхневі води);

➤ первинне обстеження об'єкту (рекогносцировка) у формі вибіркового короткострокового спостереження за ним з уточненням показників забруднення (ідентифікація), а також місця розміщення, границь, зовнішніх проявів неблагополуччя і визначенням точок або зон подальшого дослідження/перевірки;

➤ формування інформаційної моделі підконтрольного об'єкту;

➤ довготривалі (систематичні) спостереження за об'єктом контролю (наприклад, безперервне або дискретне вимірювання концентрацій ЗР в стічних водах за спланованими показниками з відбором проб або без нього) і оцінка стану контрольного об'єкту в цілому (співставлення з нормами або раніше проведеними вимірюваннями і можливе категорювання стічних вод за отриманими даними) за період спостережень;

➤ прогнозування зміни стану об'єкта контролю на основі інформаційної моделі і експериментально отриманих емпіричних даних в залежності від очікуваних змін зовнішніх умов (наприклад, збільшення або зменшення забруднення вод зі зміною потужності виробництва, введення додаткового очищення, заміни технологій виробничих процесів, замкнутого водообігу тощо);

➤ обробка і подача отриманої інформації в зручній і зрозумілій формі і доведення її до споживача (звіт за результатами обстеження, який подається керівництву підприємства або заказнику, наприклад в контрольну державну службу або в місцеву адміністрацію, або для громадської публікації тощо).

Результати даних процедур дозволяють виконати головні задачі екологічного моніторингу – оцінити показники стану і цілісності екосистеми, виявити причини зміни показників підконтрольного об'єкту і спрогнозувати наслідки виявлених змін, а головне – намітити і визначити коректуючі заходи, тобто створити підґрунтя для виправлення негативних ситуацій до того, як будуть нанесені ще більші втрати. В рамках вказаних процедур може здійснюватись декілька технологічних операцій, повторення яких і складає типовий технологічний цикл екоаналітичного контролю. Цей цикл зводиться до набору основних операцій і послідовності їх виконання: пошук джерела (вибір місця контролю) забруднення або шкідливого впливу; його первинна оцінка «на місці» і/або відбір проб; підготовка проб до їх транспортування і зберігання та доставка до місця аналізу; підготовка проб для аналізу безпосередньо в лабораторії; кількісний аналіз проб в лабораторних умовах; обробка і подача результатів аналізу з оцінкою показників правильності і достовірності отриманих результатів; планування наступного циклу контролю.

Вимоги до екомоніторингових засобів [65]. Для забезпечення єдності вимірювань та їх результатів у сферах поширення державного метрологічного контролю і нагляду пред'являються певні вимоги, основними із яких є: результати вимірювань повинні бути виражені в установлених одиницях фізичних величин; похибка кожного результату повинна бути відома; ця похибка не повинна переважати установлених норм похибки.

До допоміжного обладнання відносять пристрої і обладнання, які не використовуються безпосередньо для отримання аналітичного сигналу, але використовуються в процесі відбору проб і підготовці їх до аналізу: засоби реєстрування аналітичного сигналу, які не входять в склад засобів вимірювання (потенціометри, аналітичні ваги), засоби забезпечення необхідних умов вимірювання (вентиляційне обладнання, трансформатори), лабораторні центрифуги, обладнання для отримання дистильованої води, фільтрувальні установки тощо. Для допоміжного обладнання бажаними є такі характеристики: довговічність, надійність в роботі, невисокі водо- і енергоспоживання, легкість монтажу, відсутність побічних ефектів при роботі (сильний шум, вібрація), компактність, безпечність для персоналу.

До засобів метрологічного забезпечення екологічного моніторингу відносяться: стандартні зразки (склад або властивості речовини), еталони порівняння, перевірочні газові суміші, джерела мікропотоків середовищ-носіїв. Особливі вимоги, які пред'являються до засобів пробовідбору, зв'язані з необхідністю забезпечення репрезентативності і відтворюваності при відборі проб об'єктів довкілля, а також з можливістю втрати частини інформації при транспортуванні і зберіганні проб. Діючими нормативними документами встановлені різні вимоги до засобів пробовідбору. Зокрема, електроаспіратори, які використовуються для відбору проб атмосферного повітря і промислових викидів в атмосферу, повинні забезпечувати:

- можливість безперервної роботи впродовж 20 хвилин;
- підтримку стабільної витрати повітря при відборі;
- відбір проб одночасно через кілька каналів;
- визначення об'ємної витрати з похибкою не більше 5% для атмосферного повітря і 10% для промислових викидів в атмосферу.

Існують також вимоги до пристроїв відбору проб ґрунту, поверхневих, морських і стісних вод, донних відкладень, атмосферних осадів тощо.

Тема 8: Інформаційні технології у системі екологічного моніторингу.

Регіональні системи моніторингу довкілля

ГІС-технологія – це технологічна основа створення геоінформаційних систем, які дозволяють реалізувати функціональні можливості ГІС. Створення і розвиток засобів ГІС-технологій є одним із найважливіших напрямків застосування сучасних досягнень обчислювальної та космічної техніки в різних сферах життєдіяльності людини (господарстві, обороні, охороні довкілля, науці, управлінні тощо). У світі успішно експлуатуються сотні тисяч геоінформаційних систем. Значна різноманітність прикладних застосувань геопросторової інформації, постійне вдосконалення технічних засобів, розвиток нових технологій, міжнародне співробітництво зі створення глобальних систем дослідження Землі – все це дає підстави стверджувати, що ГІС-технології в найближчий час будуть більш широко використовуватися в екологічній діяльності, зокрема, при організації та експлуатації систем моніторингу навколишнього природного середовища [10, 46].

Географічні інформаційні системи – це сучасний інструмент для роботи з інформацією різного роду про просторово розподілені об'єкти в регіоні, державі, континенті чи на Земній кулі. Основні функції ГІС-технологій забезпечують від аналіз до обробку отриманих даних (рис. 18).

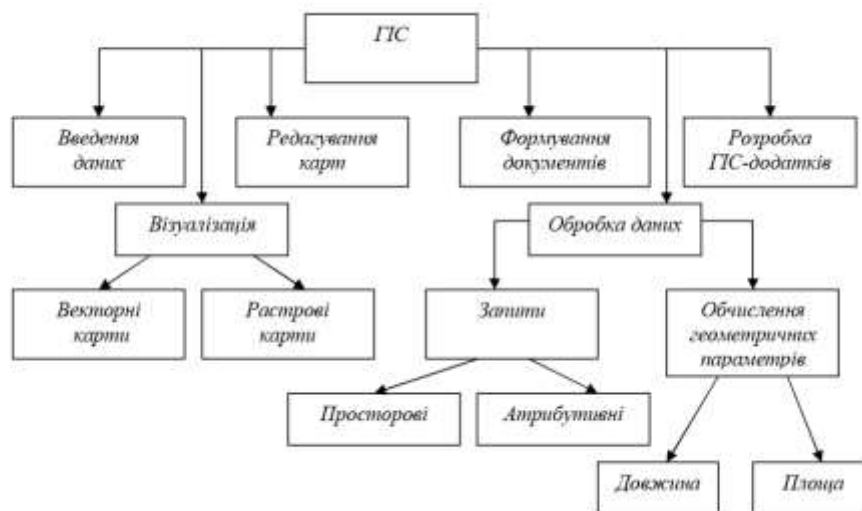


Рисунок 18 - Основні функції ГІС-технологій

До обов'язкових ознак ГІС відносять:

- ❖ просторову (координатну) прив'язку даних;
- ❖ відображення просторово-часових зв'язків об'єктів;
- ❖ наявність інформації у базах даних про об'єкти карт;
- ❖ можливість оперативного оновлення баз даних;
- ❖ створення нової інформації шляхом аналізу та синтезу наявних даних;
- ❖ забезпечення наукової підтримки прийняття управлінських рішень.

ГІС-технології мають такі можливості:

1. дозволяють будувати картографічні зображення просторово розподілених об'єктів із заданими типами зв'язків за інформацією, що характеризує еколого-економічні параметри цих об'єктів і накопичена в базах даних за допомогою тих чи інших методів моніторингу;
2. забезпечують широкий спектр інструментів аналізу наявної екологічної інформації, дозволяють відкривати невідомі раніше зв'язки, закономірності, тенденції змін об'єктів і процесів, що досліджуються;
3. забезпечують можливості динамічного аналізу і відображення даних, що дозволяють слідкувати за змінами у часі стану просторових об'єктів;
4. дозволяють візуалізувати всі види географічної інформації, в тому числі отриманої за допомогою пристроїв дистанційного зондування;
5. дозволяють суттєво розширювати свої функціональні можливості під потреби користувача, шляхом використання вбудованих середовищ програмування і підключення зовнішніх програмних модулів.

Основою структури ГІС є набір інформаційних шарів. Шар – це сукупність однотипних просторових об’єктів, що їх відносять до однієї теми чи класу об’єктів в межах певної території та позиціонуються у спільній для всіх шарів системі координат. При створенні ГІС велике значення надається вибору базових шарів, які в подальшому будуть використовуватися для суміщення та узгодження всіх даних. Алгоритм обробки екологічних даних для завантаження в ГІС містить відповідні блоки обробки інформації (рис. 19).

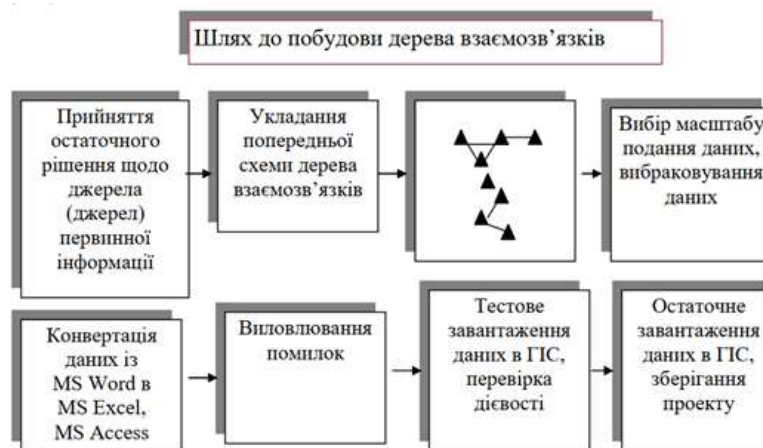


Рисунок 19 - Алгоритм обробки екологічних даних для завантаження в ГІС

Чинні в Україні інструкції Міністерства екології та природних ресурсів, МНС та інших міністерств і відомств вимагають обов’язково супроводжувати усю звітну інформацію координатами, отриманими за допомогою приймачів GPS, зокрема для таких об’єктів:

- ✓ місця викидів, скидів та відходів джерел забруднення довкілля;
- ✓ місця розташування складів відходів різного типу;
- ✓ місця стихійних лих та техногенних аварій;
- ✓ інші об’єкти екологічного моніторингу.

Сучасні ГІС-пакети (ArcGIS, Mapinfo, Панорама тощо) мають спеціальні програмні інструменти для автоматизованого нанесення об’єктів на карту заданим умовним позначенням за координатами, що надходять із приймачів GPS, які в свою чергу, мають можливість передавання координат у комп’ютер без дублювання їх вручну (рис. 20-22).

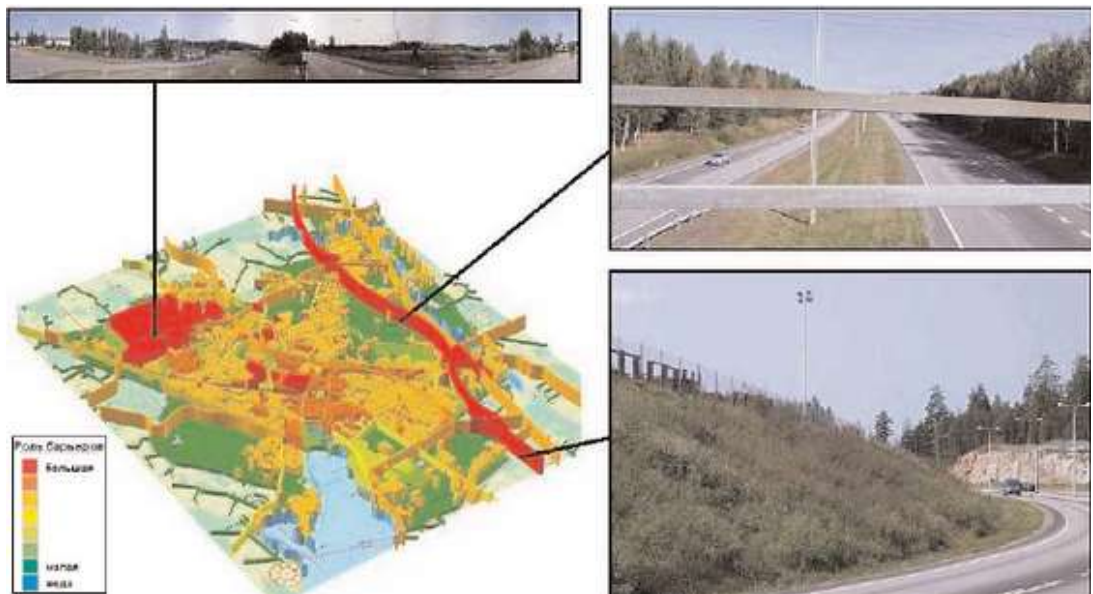


Рисунок 20 - Візуальне зображення екологічних бар'єрів (ArcGIS)

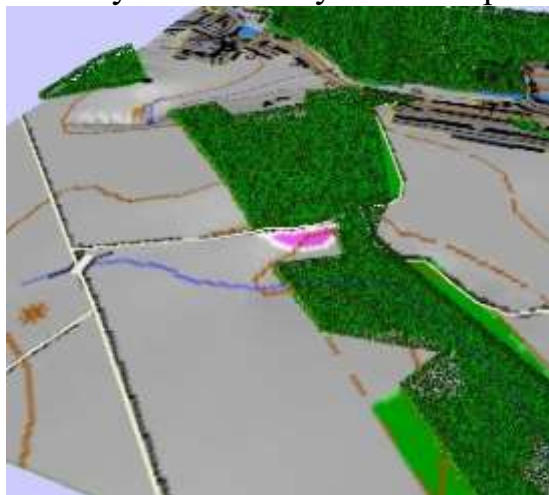


Рисунок 21 - Тривимірна схема місця видалення відходів

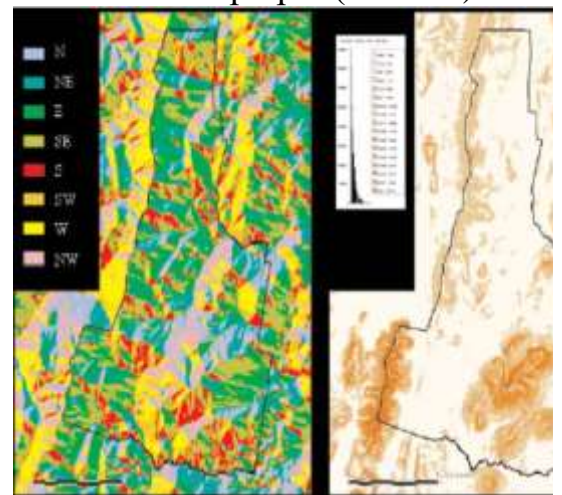


Рисунок 22 - Карти експозицій та схилів (ERDAS IMAGINE)

Дистанційні методи зондування докільця побудовані на тому, що електромагнітне випромінювання під час проходження через атмосферу зазнає поглинання та розсіювання. Крім того, теплове випромінювання і розсіювання з інших напрямків вносить свій вклад в випромінювання, що реєструється. Вплив атмосфери на електромагнітне випромінювання, яке несе інформацію про об'єкт докільця, має бути обмеженим. Поширення γ -випромінювання: на інтенсивність γ -випромінювання, яке проходить через атмосферу на систему реєстрації, впливає вологість ґрунту. Збільшення вологості впливає на послаблення цього випромінювання. Реєстрація γ -випромінювання. Метод базується на вимірюванні природного короткохвильового випромінювання присутніх в земній корі або в сніжному покриві радіоактивних елементів – природних радіоізоотопів ^{40}K , ^{238}U , ^{208}Tl . В звичайному ґрунті 90% γ -випромінювання утворюється в 20-сантиметровому поверхневому шарі.

Фотографічні системи. В основі техніки повітряної фотографії лежить створення зображень земної поверхні з авіаносіїв та супутників на фотоплівці. Звичайно використовують чорно-білі панхроматичні, чорно-білі інфрачервоні, кольорові та кольорові інфрачервоні плівки. Фотографічні системи здатні створювати зображення об'єктів навколишнього середовища з високим рівнем розділення; застосування техніки багатоспектральної фотографії дає можливість отримати додаткову специфічну інформацію, на яку в меншій мірі впливають температура і вологість навколишнього середовища. Фотографічні системи, що встановлюються на літаках, спроможні забезпечити знімки з висоти близько 20 км; розміри площі, яка фотографується, можуть досягати 30-50 км.

Відеографічні системи. Застосування відеокамер дає можливість створювати та записувати зображення в видимій, близькій та середній інфрачервоній областях спектра. Перевагою відеосистем є невисока вартість, створення та накопичення послідовних зображень будь-якого процесу. До недоліків цієї техніки можна віднести невисоке просторове розділення.

Теплові сенсори. Всі матеріали здатні висилати інфрачервоне випромінювання, яке обумовлено молекулярними коливаннями. Це теплове інфрачервоне випромінювання реєструється за допомогою техніки, схожої на багатоспектральне сканування, але в діапазоні 8-14 мкм. Характер зображення при цьому залежить від температури об'єкта та його випромінювальної здатності. Теплові сенсори, які встановлюються на авіаносіях, що зондують об'єкти на невеликих висотах, забезпечують високу роздільну здатність (близько метра); тоді як на супутниках теплові сенсори розділяють простори розмірами 700-900 м. Сучасні прилади теплового зондування спроможні реєструвати різницю температур близько 0,4 К. До недоліків слід віднести вплив метеорологічних умов на результати вимірювань; зондуванню ґрунту підлягає лише шар товщиною 2-4 см.

Лазерні системи. Дистанційне зондування на основі лазерів полягає в опроміненні об'єктів навколишнього середовища та реєстрації відбитого від об'єкта або розсіяного від нього лазерного випромінювання. Прилад для дистанційного зондування компонентів біосфери називається ЛІДАР (від англійської фрази LIght Detection And Ranging). Лідар на основі реєстрації зворотного випромінювання – принцип дії лідера полягає в реєстрації відбитого від об'єкта лазерного випромінювання та визначенні концентрації атмосферних молекул або аерозолів.

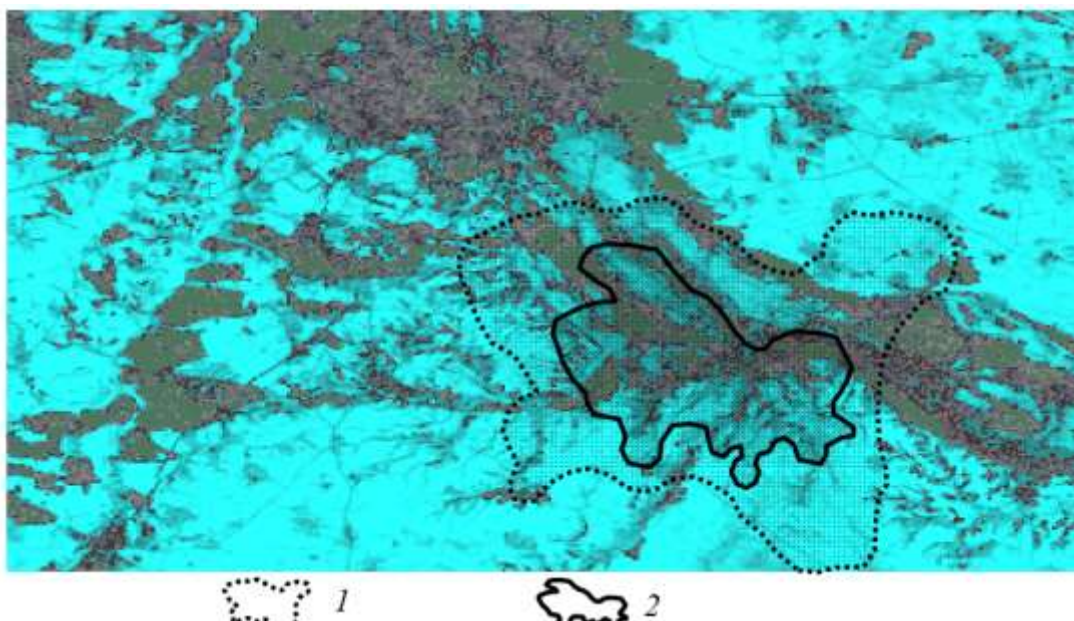


Рисунок 23 - Визначення ареалів помірного (1) і сильного (2) забруднення снігового покриву техногенним пилом з викидів Трипільської ТЕС за даними дистанційного зондування Землі

Методи та можливості обробки даних дистанційного зондування Землі:

1) актуалізація наявних цифрових даних, наприклад, ідентифікація нових доріг, змін у гідрографічній мережі, виявлення засушливих областей, вирубок лісу, надмірного збільшення золовідвалу, незаконного видобутку надр тощо;

2) обробка даних дистанційної розвідки та зондування стану нафтових і газових родовищ, наприклад за допомогою програмного комплексу ArcGIS та Finder;

3) інвентаризація природних ресурсів – на основі спектрального аналізу знімків можна виявляти та кількісно оцінювати запаси деревини, зони забруднення поверхневих вод, родовища підземних вод і корисних копалин;

4) автоматизоване формування цифрового рельєфу місцевості на основі суміщення зображення, отриманого з декількох зондувальних пристроїв;

5) оцінювання фізико-хімічних показників якості довкілля (вміст O_3 чи CO , концентрація нафтопродуктів у воді тощо) на основі зйомки місцевості в багатоспектральному діапазоні та її комплексній обробці;

6) оцінювання фізичних показників стану довкілля (температура води, прозорість повітря, вологість та розораність ґрунту, вмісту хлорофілу у рослинах тощо) на основі зондування в інфрачервоному спектрі або в багатоспектральному діапазоні;

7) виявлення та оцінювання стану і динаміки зон стихійних лих, техногенних аварій та інших екологічних проблем (підтоплення територій, лісових пожеж, цунамі, ураганів, розливу нафти тощо).

Методи моделювання і прогнозування широко застосовуються під час розв'язання задач:

1. Оптимізація моніторингової мережі;

2. Дослідження і прогнозування динаміки екологічних процесів та явищ;
3. Оптимізація районування та пунктів розташування транспортних засобів швидкого реагування (пожежна охорона, швидка допомога за критерієм мінімум часу досягнення об'єкту);
4. Вибір оптимальних місць розташування певних об'єктів за багатьма критеріями.

До основних завдань регіональної системи моніторингу довкілля (РСМД) відносять:

- ❖ організацію систематичних спостережень за станом компонентів довкілля, об'єктів та процесів антропогенного впливу;
- ❖ забезпечення функціональної інтеграції інформаційних потоків й інформаційної взаємодії між суб'єктами державної та регіональної системи моніторингу довкілля;
- ❖ створення та ведення інформаційних баз даних стану компонентів довкілля, об'єктів та процесів антропогенного впливу;
- ❖ застосування науково обґрунтованих оцінок та прогнозів з метою підтримки управлінських рішень щодо дотримання вимог екологічної безпеки;
- ❖ збереження природного середовища, санітарно-епідеміологічного благополуччя та здоров'я людей тощо.

Приклад розробки РСМД для міста Києва. Призначення інформаційно-аналітичного центра (ІАЦ) РСМД полягає у інформаційно-аналітичному забезпеченні прийняття управлінських рішень у галузі екологічного управління м. Києва шляхом:

- 1) уніфікації вхідних та вихідних документів (дозволи/ліміти на спеціальне використання природних ресурсів, паспорти місць видалення відходів, реєстрові картки об'єктів утворення відходів, висновки державної екологічної експертизи та ін.) з використанням як спеціально розроблених, так і загальнодержавних класифікаторів та довідників;
- 2) створення та ведення банків даних проблемно-орієнтованих комплексів контролю за якістю атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів, біоресурсів тощо;
- 3) накопичення із забезпеченням цілісності, доступності та представлення результатів аналітичної обробки екологічної інформації в залежності від рівня та прав доступу (конфіденційності);
- 4) моделювання та прогнозування параметрів окремих компонентів довкілля та їх стану в цілому по місту;
- 5) організації та накопичення, збереження та передачі інформації органам влади (Київська міська рада, Київська міська державна адміністрація).

ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

Практична робота № 1

Екологічний моніторинг - основні поняття, нормативно-правова база

Мета роботи – опанувати поняття, ключові завдання екологічного моніторингу, його види та функції.

Теоретична частина: Термін «моніторинг» (від латинського monitor - той, що наглядає, нагадує, спостерігає) виник перед проведенням Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (Стокгольм, 5-16 червня 1972 р.).

Екологічний моніторинг – це інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу змін у стані навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенних складових цих змін на тлі природних процесів.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля (ДСМД) та проведення спостережень за станом навколишнього середовища, рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на Міністерство екології та природних ресурсів, а також на інші центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля. Кожний із суб'єктів ДСМД здійснює моніторинг тих об'єктів довкілля, що визначаються Положенням про державну систему моніторингу довкілля та порядками і положеннями про державний моніторинг окремих складових довкілля.

Основні принципи функціонування ДСМД визначені у постанови Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля».

Функціонування ДСМД здійснюється на принципах:

- 1) узгодженості нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення, сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення її складових частин;
- 2) систематичності спостережень за станом довкілля та техногенними об'єктами, що впливають на нього;
- 3) своєчасності отримання, комплексності оброблення та використання екологічної інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу;
- 4) об'єктивності первинної, аналітичної і прогнозної екологічної інформації та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, зацікавлених міжнародних установ та світового співтовариства;
- 5) сумісності технічного, інформаційного та програмного забезпечення її складових частин;

б) оперативності доведення інформації до органів державного управління, інших зацікавлених адміністративних органів, підприємств, організацій, установ;

7) доступності екологічної інформації населенню України та світовій спільноті.

Завдання: 1. Напишіть різні/схожі риси між поняттями: екологічний моніторинг, екологічний контроль, екологічний аудит, екологічна експертиза, екологічна оцінка, охорона навколишнього природного середовища, оцінка впливів на довкілля.

2. Заповніть таблицю 1 з історії розвитку моніторингу довкілля

Таблиця 1 - Історія становлення моніторингу довкілля

Етап	Роки, часи	Найвідоміші розробники, ключові науковці	Найвагоміші результати

3. Перерахуйте основні нормативні акти, які регламентують моніторинг об'єктів навколишнього середовища.

4. Як забезпечується узгодженість нормативно-правового та методичного забезпечення між суб'єктами моніторингу довкілля?

6. Відповідно до наведеної на рис. 1 з лекційної частини (Тема 1) структури моніторингу довкілля, наведіть виконавців на кожному етапі моніторингу.

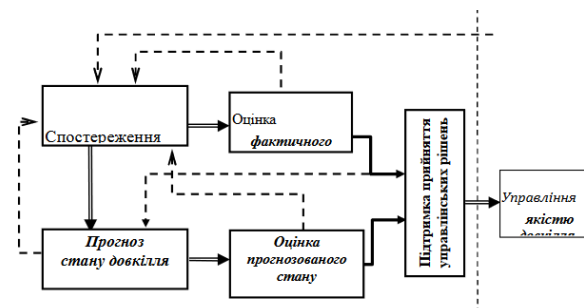


Рисунок 1 - Структура системи моніторингу довкілля

Практична робота № 2

Види забруднення довкілля та фактори впливу на довкілля.

Техносфера та техногенез

Мета роботи – формування понять про основні види забруднення довкілля, процесів утворення та переміщення шкідливих речовин у довкіллі, а також виникнення порушень у компонентах навколишнього середовища за функціонування техніко-технологічних систем.

Теоретична частина: Під забрудненням навколишнього середовища розуміють надходження в біосферу будь-яких твердих, рідких і газоподібних речовин або видів енергії (теплоти, звуку, радіоактивності тощо) у кількостях, що шкідливо впливають біорізноманіття (в т.ч. людину) прямим і опосередкованим шляхом. Темпи інгредієнтного і параметричного забруднень зростають, якісний склад суттєво змінюється, тому на значних територіях здатність природи до самоочищення втрачена. Безпосередньо

об'єктами забруднення (акцепторами забруднених речовин) є основні компоненти екотопу:

- ✓ атмосфера,
- ✓ вода,
- ✓ ґрунт.

Опосередкованими об'єктами забруднення є складові екосистеми:

- ✓ рослини,
- ✓ тварини,
- ✓ гриби,
- ✓ мікроорганізми.

Види забруднень за структурними змінами:

1. інгредієнтне забруднення – кількісне або якісне забруднення сукупністю нетипових для екосистем речовин;
2. параметричне забруднення – зміна якісних параметрів довкілля (рівень шуму, радіації, освітленості тощо);
3. біотичне забруднення – кількісний та якісний вплив на склад та структуру популяції живих організмів;
4. стаціонально-деструктивне забруднення – зміна ландшафтів та екологічних систем в процесі природокористування.

За просторовим поширенням забруднення поділяють на: локальні, регіональні, глобальні.

За силою та характером дії на навколишнє середовище забруднення бувають: фонові, імпульсні, постійні, катастрофічні.

За джерелами виникнення забруднення поділяють на: промислові, транспортні, сільськогосподарські, побутові.

За типом походження: фізичні, механічні, хімічні, біологічні,

Завдання: 1. Відповідно до схеми класифікації забруднення екосистем (рис. 1) наведіть приклади забруднення на рівні адміністративного поділу (селище, місто, район, область, держава).

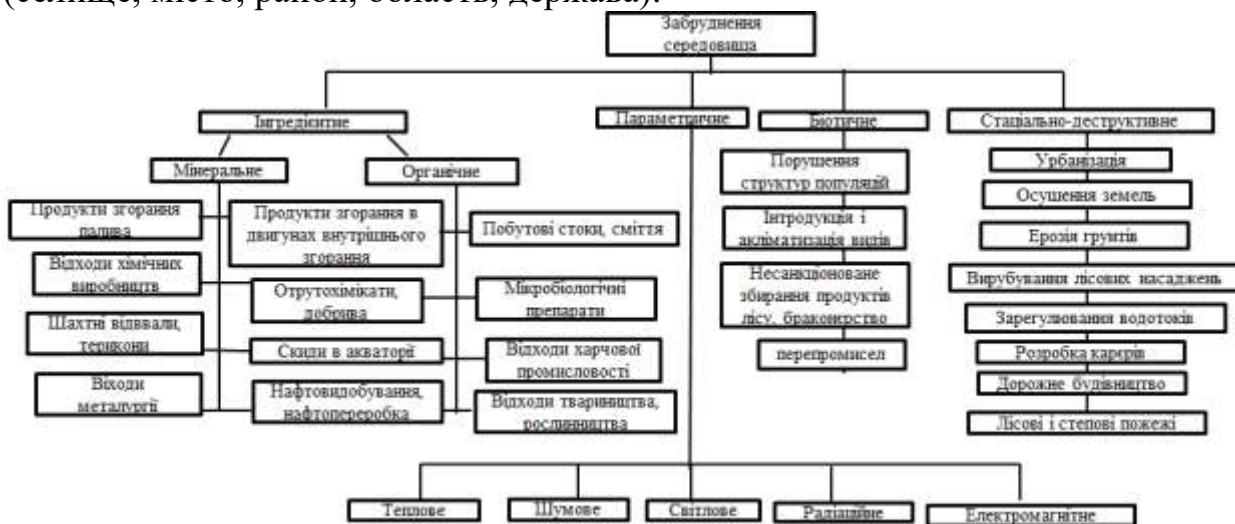


Рисунок 1 - Класифікація забруднення екологічних систем

2. Дайте визначення понять: техносфера, техногенез, екосферологія, забруднююча речовина, техногенна речовина, емісія, ксенобіотик.

3. Надайте основних поллютантів (3-5) для кожного виду промислового забруднення (табл. 1).

Таблиця 1 - Ключові поллютанти різних видів промисловості

Вид промисловості	Приклади поллютантів
паливно-енергетичний	
металургійний	
машинобудівний	
хімічний	
лісовий	
будівельної індустрії	
виробництво непродовольчих товарів	
виробництво продовольчих товарів	

Практична робота № 3

Основні показники/елементи системи моніторингу довкілля

Мета роботи: опанувати базисні показники/елементи, які використовують/досліджують в системі моніторингу довкілля.

Теоретична частина: Система моніторингу довкілля – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Узагальнена класифікація можливих систем (підсистем) моніторингу наведена у табл. 2, тема 2 (лекційна частина). В усіх системах блок спостереження за станом навколишнього середовища повинен забезпечувати спостереження як за джерелами антропогенного впливу і станом елементів біосфери, так і за зміною їх структурних і функціональних показників (у тому числі за відгуками живих організмів на різні впливи).

Завдання: 1. Проаналізуйте узагальнену схему класифікацій систем моніторингу (табл. 2, тема 2 лекційна частина). Який моніторинг на Вашу думку є найперспективнішим в змінених екологічних умовах? Відповідь обґрунтуйте.

2. Надайте функції суб'єктів системи державного екологічного моніторингу довкілля.

3. Наведіть ключові екологічні показники моніторингу та оцінки стану атмосферного повітря та водних ресурсів.

4. Серед найпоширеніших методів, які використовуються в моніторингу довкілля, варто відмітити:

- Порівняння даних та визначення їх максимуму і мінімуму
- Статистична обробка даних
- Інтерполяція даних
- Згладжування даних

Охарактеризуйте особливості застосування для кожного з наведених методів.

5. Напишіть прогностичне очікування від промислового забруднення в місцях видобутку корисних копалин (вид корисних копалин оберіть довільний) застосовуючи метод експертних оцінок, або метод Делфі.

Практична робота №4

Регіональні системи моніторингу довкілля (на прикладі м. Києва)

Мета роботи – опрацювання екологічних показників стану довкілля за інтерактивними ресурсами.

Теоретична частина: Регіональна система моніторингу (РСМД) – це система, що реалізує завдання екологічного моніторингу в межах адміністративної області. Регіональна система моніторингу має бути пов'язана із загальнодержавною системою і включати в себе елементи та інформацію локальних систем. Регіональна система моніторингу довкілля є другим рівнем державної системи моніторингу довкілля, яка діє відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №391 від 30.03.1998 р.

Метою створення таких систем на рівні окремих адміністративно-територіальних регіонів є збільшення ефективності виконання функцій органів державного управління і місцевого самоврядування та інформування громадськості за рахунок забезпечення доступу до оперативної й достовірної інформації про стан об'єктів довкілля та рівня антропогенного впливу.

Призначення інформаційно-аналітичного центра РСМД полягає у інформаційно-аналітичному забезпеченні прийняття управлінських рішень у галузі екологічного управління шляхом:

- уніфікації дозволів/лімітів на спеціальне використання природних ресурсів, паспорти місць видалення відходів, картки об'єктів утворення відходів, висновки державної екологічної експертизи тощо) з використанням спеціально розроблених і загальнодержавних класифікаторів/довідників;

- створення та ведення банків даних проблемно-орієнтованих комплексів контролю за якістю атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів тощо;

- забезпечення цілісності, доступності результатів аналітичної обробки екологічної інформації в залежності від рівня та прав доступу (конфіденційності);

- моделювання та прогнозування параметрів окремих компонентів довкілля та їх стану;

- організації та накопичення, збереження та передачі інформації органам влади (міська/сільська рада, міська/сільська державна адміністрація тощо).

Необхідність створення РСМД визначається складністю підготовки управлінських рішень та значним обсягом інформаційно-аналітичних матеріалів. Серед основних завдань варто відмітити:

- забезпечення реалізації екологічної політики та екологічних прав жителів певного міста\селища;

- врахування екологічних вимог проектів планування і забудови, генеральних планів та схем промислових вузлів;

- розміщення на території міста підприємств, установ і організацій;

- погодження поточних та перспективних планів роботи підприємств, установ та організацій з питань охорони НПС і використання природних ресурсів;
- видача/скасування дозволів на відособлене спеціальне використання природних ресурсів місцевого значення;
- затвердження лімітів на використання природних ресурсів, ліміти скидів ЗР, та лімітів на утворення і розміщення відходів;
- проведення екологічної експертизи;
- забезпечення систематичного та оперативного інформування населення про стан НПС та про функціонування місцевих екологічних автоматизованих інформаційно-аналітичних систем;
- організація екологічної освіти та екологічного виховання громадян;
- ліквідація екологічних наслідків аварій;
- організація територій та об'єктів ПЗФ та інших територій, що підлягають особливій охороні;
- здійснення контролю за дотриманням законодавства про охорону НПС тощо.

Завдання: 1. Охарактеризуйте повноваження державної та регіональної системи екологічного моніторингу. Чи є ключова різниця? Якщо так, перерахуйте.

2. Проаналізуйте рівень забруднення атмосферного повітря на території Солом'янського району м. Києва, побудуйте діаграму за інтерактивною мапою <https://www.saveecobot.com/maps/kyiv>

3. Проаналізуйте кількість сміттєзвалищ на території м. Києва, побудуйте діаграму за інтерактивною мапою <https://ecomapa.gov.ua/>

3. Підготуйте презентаційний матеріал на тему: «Інформаційні технології моніторингу радіаційного стану».

Практична робота № 5

Складання паспорта району екомоніторингу

Мета роботи – опанувати вміння складати паспорт району екомоніторингу на основі аналізу статистичної інформації, літературних даних.

Теоретична частина: Екологічний паспорт – аналітично-інформаційний, довідковий матеріал, в яких наведені статистичні та узагальнені дані про стан довкілля та його складових: атмосферне повітря, водні, земельні, лісові ресурси, надра, тваринний і рослинний світ, а також природно-заповідний фонд, стан поводження з відходами, ядерна та радіаційна безпека. За наведеними даними можна отримати також інформацію щодо головних екологічних проблем, державного екологічного контролю, міжнародного співробітництва в сфері охорони довкілля, переліку природоохоронних заходів, що здійснювались в поточному та минулому роках, та переліку регіональних громадських природоохоронних організацій.

Завдання: 1. Зробіть паспорт екологічного моніторингу Вашого району/міста у вигляді окремого документу.

2. Основні відомості про район екологічного моніторингу має містити:
- ✓ конституційне найменування і код країни (за стандартами МОС (ISO));
 - ✓ адміністративно-територіальна приналежність (область, район);
 - ✓ підвідомність (державна або місцева);
 - ✓ реєстраційний номер району екологічного моніторингу;
 - ✓ найменування району екомоніторингу.
 - ✓ висота над рівнем моря (найвища й найнижча точки рельєфу місцевості);
 - ✓ загальна площа і площа контрольованих ділянок району (га, кв.км);
 - ✓ водяна площа у відсотках від площі району, включаючи озера довжиною більше ніж 50 м;
 - ✓ середньорічний рівень опадів у мм за останні 10–30 років;
 - ✓ середня температура в градусах Цельсія за останні 10–30 років;
 - ✓ кількість снігу, у відсотках від загальної кількості опадів;
 - ✓ тривалість гідрологічного періоду;
 - ✓ тривалість вегетаційного періоду;
 - ✓ антропогенний вплив на регіон (перелік, найменування, розташування об'єктів промислової, сільськогосподарської або іншої діяльності).
3. Надайте відповідь на питання:
- a) Чим викликана необхідність складання паспорта регіону/району екологічного моніторингу?
 - b) Основні види антропогенного навантаження на обраний регіон/район.
 - c) Яка нормативна література необхідна при складанні паспорта регіону/району екологічного моніторингу?

Практична робота №6

Моніторинг територій, що охороняються. Визначення екологічних показників заповідних територій

Мета роботи – вміти розраховувати основні екологічні показники, які використовуються при визначенні природоохоронного індексу територій.

Теоретична частина: 1) Показник інсуляризованості – ступінь розчленованості охоронних територій, тобто інсуляризованості природних об'єктів. Охоронна природна територія буде стійкішою, якщо вона цілісна і має достатню площу для підтримання самовідновлення популяцій рослин і тварин. Так для лісових екосистем, території, що охороняється має бути не менше ніж 20 тис. га, а для луків – 5 тис. га. Чисельність популяцій рідкісних видів при цьому повинна бути не меншою ніж 500 особин.

Індекс інсуляризованості (I) включає в себе два компоненти. Перший компонент (I_1) обчислюється з опорою на загальну площу регіону (S) і площі всіх заповідних об'єктів відносно стійких (з територією більшою 50 га) та нестійких (з територією меншою 50 га). Площа останніх позначається як (S_n).

$$I_1 = \frac{S_n}{S}$$

Значення I_1 лежать в межах від 0 (інсуляризованість повністю відсутня) до 1 (інсуляризованість максимальна і загальна територія під охороною складається з самих дрібних ділянок).

Другий компонент індексу інсуляризованості (I_2) базується на кількості заповідних об'єктів регіону (N), та кількості нестійких об'єктів в цьому ж регіоні (N_n).

$$I_2 = \frac{N_n}{N}$$

Значення цього компонента також коливається від 0 (інсуляризація по кількості об'єктів відсутня) до 1, коли вона максимальна.

В цілому, індекс інсуляризованості території (I):

$$I = \frac{\frac{S_n}{S} + \frac{N_n}{N}}{2}$$

Чим вище значення I , тим більш значну роль відіграють дрібні ділянки, що не мають екологічної стабільності.

2) Природоохоронний індекс (ПІ) території. Сукупна оцінка насиченості мережі заповідних територій будь-якої місцевості відносно її площі. ПІ оцінює як кількісні параметри – кількість самих заповідних територій, так і якісні – категорійне різноманіття. Якісний склад оцінюється через коефіцієнт значимості (k_i) окремих категорій ПЗФ – визначається через відношення середньої площі даної категорії ПЗФ по Україні (Sc_i) до середньої площі всіх об'єктів ПЗФ ($Sc_{ПЗФ} = 374$ га) в Україні:

$$k_i = \frac{Sc_i}{Sc_{ПЗФ}}$$

Для заказників загальнодержавного значення $k = 3,3$.

ПІ визначається за формулою:

$$P = \frac{k_{БЗ} \cdot S_{БЗ} + k_{ПЗ} \cdot S_{ПЗ} + k_{НП} \cdot S_{НП} + k_3 \cdot S_3}{S},$$

де S – загальна площа території, яка оцінюється $S_{БЗ}$, $S_{ПЗ}$, $S_{НП}$, S_3 – площі відповідно всіх БЗ, ПЗ, НП, заказників на даній території.

Завдання 1. Чим відрізняється поняття екологічний показник і екологічний показник природоохоронних територій?

2. Обчислити індекс інсуляризованості для Київської, Луганської та Чернігівської областей.

3. Обчислити природоохоронний індекс для території своєї області.

Практична робота №7

Прилади для визначення метеорологічних елементів

Мета роботи – навчитися працювати з основними метеорологічними прийомами приборами, знайти особливості їх роботи, недоліки та переваги.

Теоретична частина: Характеристику стану атмосфери проводять за метеорологічними величинами і атмосферними явищами, які, в свою чергу, є одними із найважливіших абіотичних екологічних факторів. Основним методом дослідження метеорологічних величин і атмосферних явищ є спостереження. Метеорологічне спостереження – це інструментальне вимірювання і візуальні оцінки метеорологічних величин та атмосферних явищ. До основних метеорологічних величин відносяться: температура і тиск повітря; швидкість і напрям вітру; кількість, висота і товщина хмар; кількість та інтенсивність опадів; вологість повітря; метеорологічна дальність видимості; температура поверхні ґрунту. Деякі метеорологічні станції спостерігають за температурою ґрунту на глибині, потоками променистої енергії і тепла, за ожеледдю тощо.

Основні вимоги до метеорологічних спостережень: репрезентативність, однорідність, зіставлюваність результатів. Репрезентативними визнають спостереження, які в максимальній степені вільні від місцевих впливів і характеризують загальний стан атмосфери у великому районі.

Завдання:

1. Напишіть діапазони використання та особливості роботи термометрів: ртутний, спиртовий, максимальний, мінімальний, ґрунтовий.

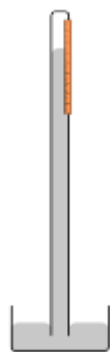
2. Складіть порівняльну характеристику (табл.1) метеоприладів (рис. 1), які використовуються для контролю стану атмосферного повітря.

3. Охарактеризуйте психометричний та гігromетричний методи вимірювання вологості повітря. В чому принципова різниця застосування обох методів.

4. Вирішіть екологічні задачі: а) розрахуйте, чому дорівнює величина «нормального атмосферного тиску», 780 мм рт. ст, 1200 мм рт. ст , 5 Па, якщо її виразити в Барах? б) розрахуйте, чому дорівнює температура +50С, +250С, -10С якщо її виразити в Кельвінах, Фаренгейтах.

Таблиця 1 - Характеристика метеорологічних приладів

Назва приладу/параметр	Чутливий елемент	Спосіб фіксації	Недоліки	Переваги
Барометр ртутний (а)				
Барометр-анероїд (б)				
Барограф (в)				
Гігromетр (г)				
Психрометр Ассмана (д)				
Анемометр чашковий (е)				
Анемометр електронний (ж)				



а



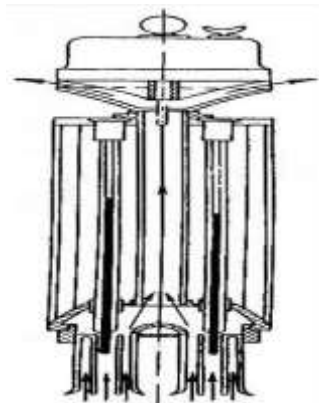
б



в



г



д



е



ж

Рисунок 1 - Приклади метеоприладів

Практична робота №8

Використання ГІС-технологій в моніторингу довкілля

Мета роботи – опанувати основні функції та структуру геоінформаційних систем щодо використання в питаннях моніторингу навколишнього середовища

Теоретична частина: Геоінформатика – це наука про інформаційні процеси, що визначають історію, будову і склад як Землі в цілому, так і її окремих оболонок, включаючи літосферу, гідросферу, атмосферу і біосферу.

З точки зору призначення ГІС – це інформаційна система, яка забезпечує збирання, збереження, обробку, доступ, відображення та поширення просторово-орієнтованих даних.

З точки зору програмно-інформаційної реалізації ГІС – це сукупність електронних карт з умовними позначеннями об'єктів на них, баз даних з інформацією про ці об'єкти та програмного забезпечення для зручної роботи з картами і базами як з єдиним цілим.

Під системами моніторингу слід розуміти космічні системи, що призначені для частоті (навіть щодобової) зйомки численних заданих ділянок земної поверхні розмірами від 60 км до 200 км, супутники обладнані камерами з розрізненням порядку від 10 м до 20 м, що допускають як вертикальну сканерну зйомку, так і космічну сканерну зйомку з нахилом.

Дистанційні методи зондування земної поверхні дають змогу одночасно охоплювати великі за площею території, забезпечити оперативність та визначення великої кількості параметрів земної поверхні та рослинності, здійснювати моніторинг, зменшуючи при цьому кількість складних та трудомістких хімічних аналізів, що спрощує і знижує собівартість досліджень.

Основні завдання аерокосмічних знімків:

- оцінка еколого-санітарного стану об'єктів – виявлення джерел забруднення, контроль;
- оцінка змін, визначення інтенсивності та масштабів процесів;
- визначення динаміки (як сезонної так і річної), контроль динаміки.

Використовуючи шляхи об'єднання класифікованих зображень за різні періоди, створюють карти, які вміщують зміни за цей період часу, карти екологічного забруднення, зон небезпеки, карти прогнозованого стану довкілля (рис. 1).

Аерокосмічний моніторинг для оцінювання та прогнозування майбутнього стану довкілля є масштабною багатofункціональною програмою екологічного управління. Геоекологічне дешифрування матеріалів сучасних багатозональних космічних зйомок та їх інтерпретація з геолого-картографічними даними з небезпечними геологічними процесами дозволяють оцінити та прогнозувати розвиток цих процесів. Створені цифрові шари об'єктів екологічного моніторингу дозволяють порівнювати та співставляти дані про характеристики екологічного стану, отримані у результаті вимірювань або спостережень.

Завдання: 1. Назвіть головні етапи розв'язання задач екологічного моніторингу з використанням ГІС.

2. Охарактеризуйте сучасні ГІС-пакети (оболонки, програми), які використовуються в галузі екологічного моніторингу в Україні.

3. Які Ви знаєте методи аналізу екологічної інформації з використанням ГІС/ДЗЗ-технологій? Наведіть приклади.

4. Яка інформація про стан довкілля стає доступною за допомогою ДЗЗ?



Рисунок 1 - Застосування геоінформаційних систем для вирішення задач екологічного моніторингу

5. Назвіть найбільш відомі в Україні регіональні автоматизовані інформаційні системи моніторингу.

Практична робота №9

Моніторинг довкілля в зоні бойових дій

Мета роботи – виявити основні проблеми моніторингу довкілля зони проведення військових дій, наслідки впливу на навколишнє середовище.

Теоретична частина: На теперішній час система державного екологічного моніторингу має низьку інформаційну повноту, враховуючи велику насиченість території України потенційно небезпечними об'єктами (військова агресія російської федерації) та загрозу катастрофічного збільшення екологічних наслідків при їх руйнуванні. Безпекові та матеріально-технічні питання не дозволяють в повній мірі отримувати вірогідні екологічні оцінки та проводити заходи зі збереження та відновлення навколишнього середовища в галузі екологічної безпеки зони бойових дій. В цих умовах значно зростає роль екологічного моніторингу, як дієвого заходу для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження і контролю забруднення територій в районах ведення бойових дій.

Для функціонування системи екологічного моніторингу необхідним є вирішення наступних завдань:

- розробка методики визначення ступеня забруднення територій від певних джерел забруднення систем зброї і військової техніки;
- законодавче визначення ступенів рівня забруднення речовинами для специфічних територій;
- побудови алгоритмів вирішення задач прогнозування та моделювання рівня забруднення з урахуванням антропогенних та екзогенних чинників.

Для подальшого дослідження необхідно провести пошук оптимальних методів проектування складових відомчої системи екологічного моніторингу ЗСУ та її функціонального узгодження з системою державного екологічного моніторингу. Проблемною задачею є розробка методики проведення оцінки впливів на навколишнє середовище бойових дій. Ці наукові задачі потребують найбільшої уваги і термінового вирішення у галузі воєнної екології.

Завдання: 1. Проаналізуйте мапу постраждалих природних територій, внаслідок військового вторгнення (рис. 1). Використовуючи перелік ПЗФ та їх розташування на території України, складіть список об'єктів та територій ПЗФ, які зазнали негативного впливу військових дій станом на 2023 рік.

2. Дайте відповіді на питання з наведенням конкретних прикладів: а) втрата біорізноманіття через військові дії; б) пожежі в лісових екосистемах, спричинені військовими діями; в) хімічне забруднення від обстрілів

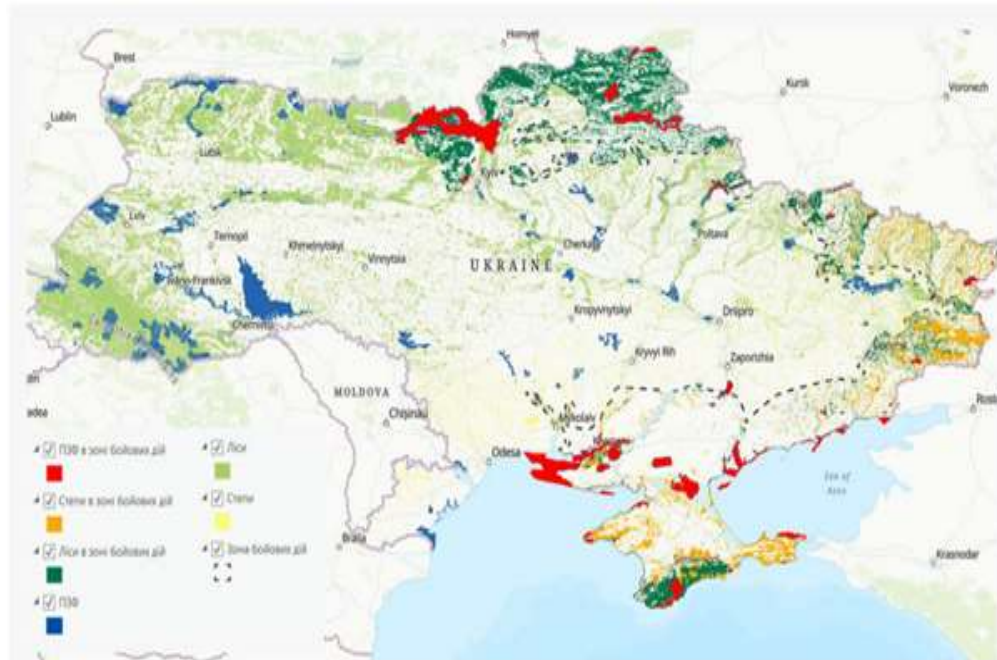


Рисунок 1 - Мапа постраждалих природних територій від військових дій (2023 р.)

Модуль II
**ОСОБЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ МОНІТОРИНГУ СКЛАДОВИХ
ДОВКІЛЛЯ**

Тема 1: Моніторинг атмосферного повітря

У життєдіяльності людини повітря є основною умовою існування. Без їжі людина може обходитись більше 4-х тижнів, без води – не більше 3-5 днів, а без повітря – не більше 5 хв. Нормальна життєдіяльність людини потребує повітря відповідної чистоти, а перевищення допустимого рівня забруднень негативно впливає на її організм. Охорона атмосферного повітря є важливою складовою проблеми збереження і оздоровлення навколишнього середовища загалом. Повітряна оболонка Землі формує атмосферу товщиною до 20 км. Усі гази, що входять до складу атмосфери та їх концентрації дуже важливі для людини, біосфери в цілому, зокрема, для формування клімату [8].

Під моніторингом атмосферного повітря мають на увазі інформаційно-технічну систему спостережень, оцінювання і прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря та надання на цій основі рекомендацій щодо заходів з охорони атмосферного повітря. Спостереження за станом атмосферного повітря та вмістом забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів, здійснюють суб'єкти Державної системи моніторингу довкілля, зокрема, Державна екологічна інспекція, МНС (Державна гідрометеорологічна служба), МОЗ (санітарно-епідеміологічна служба). Термін забруднення атмосфери означає, що в повітрі присутні різноманітні гази, частинки твердих або рідких речовин, які шкідливо впливають на живі організми, погіршують умови їх проживання або наносять матеріальні збитки.

За статистичними даними близько 80% всіх забруднюючих речовин, які потрапляють в атмосферу, є результатом різноманітних енергетичних процесів – від видобутку до переробки і використання енергоносіїв. При цьому, майже 90% світових потреб в енергії задовольняється за рахунок використання органічного палива, як викопного (нафта, вугілля, газ), так і відновлювального (дрова, солома). Щорічно спалюється більше млрд. т палива, що призводить до викидів в атмосферу близько 220 млн. т сірчаного ангідриду, 450 млн. т оксиду вуглецю, 7,5 млн. т оксидів азоту і 150 млн. т інших речовин. Окреме місце в системі Державного моніторингу стану атмосфери та викидів займає моніторинг парникових газів, на викиди яких Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату встановлюються спеціальні квоти для кожної країни, що підписала та ратифікувала цей протокол, включаючи Україну: діоксид вуглецю (CO₂), метан (CH₄), закис азоту (N₂O), гідрофторвуглеводні, перфторвуглеводні та гексафторид сірки (SF₆).

Знання мінливості концентрації шкідливих домішок потрібне для забезпечення необхідної чистоти атмосферного повітря. Необхідність організації системи спостережень за забрудненням повітряного басейну в

містах зумовлена тим, що на локальному і регіональному рівнях ступінь забруднення атмосфери може перевищувати санітарно-гігієнічні нормативи.

Мережа моніторингу повинна забезпечити надходження інформації про стан атмосферного повітря, на основі якої можна вирішувати такі задачі [6]:

- ✓ оцінювати рівень забруднення атмосфери;
- ✓ вивчати вплив забруднення повітряного басейну на захворюваність населення;
- ✓ оцінювати збитки, що наносяться сільському господарству, лісам, тваринництву, будівлям і спорудам;
- ✓ планувати розміщення промислових підприємств та визначати санітарно-захисні зони;
- ✓ уточнювати і перевіряти розрахункові методи розсіювання домішок від джерел забруднення атмосферного повітря;
- ✓ оцінювати фонове забруднення атмосфери.

Для успішного вирішення цих задач необхідно коректно вибрати методи вимірювань, оптимальні періоди спостережень і кількість постів, а також сформувати програму роботи стандартної мережі моніторингу.

Основними джерелами забруднення атмосфери в Україні та більшості країн світу є: об'єкти теплоенергетики; транспорт (переважно автотранспорт); підприємства чорної і кольорової металургії; підприємства хімічної промисловості; підприємства агропромислового комплексу; об'єкти видобутку і переробки природних копалин; підприємства машинобудування; будівельні майданчики.

Категорії, розміщення і кількість постів спостережень [41, 53]. Існуюча мережа спостережень за забрудненням атмосферного повітря включає стаціонарні, маршрутні і пересувні (підфакельні) пости спостережень. На постах спостережень може здійснюватись відбір проб повітря для аналізу як ручним способом, так і автоматизованим (типу системи АНКОС-АГ). Постом спостереження є вибране місце (точка місцевості), на якому розміщують павільйон або автомобіль, обладнаний відповідними приладами.

Стаціонарний пост призначений для забезпечення регулярного відбору проб повітря з метою визначення і реєстрації вмісту забруднюючих речовин. Серед стаціонарних виділяють опорні стаціонарні пости, які призначені для виявлення довготривалих змін вмісту основних (пил, CO, SO₂, NO₂) і найбільш поширених специфічних полутантів.

Маршрутний пост призначений для регулярного відбору проб повітря в місцях, де неможливо чи недоцільно встановлювати стаціонарний пост. Такі пости використовують при необхідності більш детально вивчити стан забруднення атмосферного повітря в окремих районах, наприклад, в нових житлових районах. Це також регулярні спостереження, але за допомогою спеціально обладнаних машин, які переміщуються за певним маршрутом (їх продуктивність: біля 5000 проб на рік, 8-10 проб щодня в 4-5 точках). Порядок об'їзду маршрутних постів повинен бути один і той же, щоб відбір проб в кожній точці визначався одним і тим же часом доби. Пересувний

підфакельний пост призначений для відбору проб під димовим (газовим) факелом з метою виявлення зони впливу конкретного джерела промислових викидів. Відбір проб здійснюється також за допомогою спеціально обладнаної автомашини. Підфакельні пости – це точки, розташовані на фіксованих відстанях від джерела, які переміщуються осі факела джерела викидів. Репрезентативність спостережень за станом атмосферного повітря в місті залежить від правильності розташування постів на території, що обстежується. При виборі місця розташування постів потрібно встановити, яку інформацію очікують отримати – рівень забруднень атмосферного повітря, характерний для відповідного району міста, чи концентрацію домішок в конкретній точці, що перебуває під впливом викидів окремого промислового підприємства, автомагістралі чи іншого джерела.

У першому випадку пост повинен бути розташований на ділянці, яка не підлягає впливу окремо розташованих джерел викидів (завдяки перемішуванню міського повітря рівень забруднення атмосфери буде визначатись сумарним впливом всіх джерел викидів).

У другому випадку пост розміщується в зоні максимальних концентрацій викидів від конкретного джерела. Пости розміщуються на відкритих майданчиках, що провітрюються з усіх боків (на асфальті, твердому ґрунті чи газоні). Необхідність організації контролю забруднень атмосферного повітря в зоні антропогенного впливу визначається попередніми експериментами і теоретичними дослідженнями. Обстеження території проводять пересувними лабораторіями протягом 1-2 років. Метод називається рекогносцирувальним і широко використовується в Україні і за кордоном.

Місця розташування стаціонарних і маршрутних постів спостережень вибирають на основі попередніх досліджень джерел забруднень міста і вивчення метеорологічних умов розсіювання домішок, а також розрахунків полів максимальних концентрацій домішок. Пости необхідно встановлювати в житлових і адміністративних районах; в районах з різним типом забудови; в парках, зонах відпочинку і там, де відмічаються найбільші середні рівні, що перевищують встановлені порогові значення.

Розміщення стаціонарних постів узгоджується з місцевими органами Держгідрометслужби і підрозділів Міністерства охорони здоров'я України.

Стандартна мережа пунктів повинна відповідати таким вимогам:

- 1) мінімальна кількість, що забезпечує достовірні просторово-часові закономірності розподілу домішок в атмосфері;
- 2) мінімум матеріальних і трудових затрат.

Регулярні спостереження на стаціонарних постах проводяться за однією з чотирьох програм спостережень: повною, неповною, скороченою, добовою. Повна програма: отримання інформації про разові і середньодобові концентрації щодня шляхом безперервної реєстрації за допомогою автоматичних пристроїв або дискретно через рівні інтервали часу не менш 4 разів при обов'язковому відборі о 1-й, 7-й, 13-й, 19-й годинах за місцевим декретним часом.

Неповна програма: отримання інформації про разові концентрації щоденно о 7-й, 13-й, 19-й годинах місцевого декретного часу. Скорочена програма: отримання інформації тільки про разові концентрації щодня о 7-й і 13-й годинах місцевого декретного часу; допускається проведення спостережень за скороченою програмою при температурі менше за 45°C і в місцях, де середньомісячні концентрації нижчі з 1/20 ГДК_{мр} або нижньої межі діапазону вимірювань концентрації домішки за допомогою методу, що використовується. Допускається проведення спостережень за змінним графіком: о 7-й, 10-й, 13-й годинах у вівторок, четвер, суботу і о 16-й, 19-й, 22-й годинах в понеділок, середу, п'ятницю. Ці спостереження можуть бути використані тільки для отримання разових концентрацій.

Добова програма: отримання інформації про середньодобову концентрацію. Спостереження проводяться шляхом безперервного добового відбору проб або дискретно через рівні інтервали часу не менше 4 разів на добу в одну і ту ж поглинальну посудину. За добовою програмою не можна отримати разові концентрації.

Всі програми дозволяють отримати концентрації середньомісячні, середньорічні і середні за більш тривалий термін. Одночасно з відбором проб повітря визначають такі метеорологічні параметри: напрям і швидкість вітру, температуру повітря, стан погоди і підстилаючої поверхні. Для стаціонарних постів допускається зміщення всіх термінів спостережень на 1 годину в один бік. Допускається не проводити спостереження у неділю і святкові дні. Спостереження на маршрутних постах проводяться за повною, неповною і скороченою програмами. Для цих постів допускається зміщення всіх термінів спостережень на 1 годину в обидва боки від стандартних термінів. Терміни відбору проб повітря при підфакельних спостереженнях повинні забезпечити виявлення найбільших концентрацій домішок, пов'язаних з особливостями режиму викидів і метеорологічних умов розсіювання домішок, вони можуть відрізнятися від термінів на стаціонарних і маршрутних постах. У період несприятливих метеорологічних умов проводять спостереження через кожні 3 години. Проби відбирають в місцях з найбільшою щільністю населення (на стаціонарних і маршрутних) або під факелом основних джерел забруднення. Якості НПС цим стандартам контролюється відповідними органами нагляду.

Між концентрацією q забруднюючої речовини та її ГДК (мг/м^3) повинно виконуватися таке співвідношення

$$q \leq \text{ГДК}.$$

Встановлено, що в місцях відпочинку людей (рекреаційні зони) рівень забруднення атмосферного повітря не повинен перевищувати 0,8 ГДК.

Виділяють чотири класи небезпеки забруднюючих речовин:

1. Надзвичайно небезпечні – бенз(а)пірен, свинець, сполуки ртуті і хрому, гексахлоран, ціановодні, пентаоксид ванадію, ДДТ, озон.
2. Високонебезпечні – сірчана кислота, сірководень, кофеїн, феноли, діоксид азоту, бензол, хлор, оксиди марганцю.
3. Помірно небезпечні – діоксид сірки, бутиловий спирт, пил.

4. Малонебезпечні речовини – оксид вуглецю, етиловий спирт, аміак, нафталін, ацетон, скипидар.

Кількість речовин, що викидаються в атмосферу внаслідок антропогенної діяльності, постійно зростає. Вже декілька десятків років ведуться вимірювання за основними домішками, рекомендованими ВОЗ для обов'язкового контролю: пил, SO₂, CO, NO₂. Окрім основних, вимірюють цілий ряд інших специфічних газоподібних домішок, аерозолів і твердих часток (табл. 7).

Таблиця 7 - Забруднювальні речовини в атмосферному повітрі

Основні забруднюючі речовини в атмосферному повітрі	
1. Пил	6. Бензапірен
2. Діоксид сірки	7. Формальдегід
3. Оксид вуглецю	8. Радіоактивні речовини
4. Свинець, сполуки	
5. Діоксид азоту	
Додаткові інгредієнти атмосферних опадів	
1. Сульфати, 2. Хлор, 3. Азот амонієвий, 4. Нітрати, 5. Гідрокарбонати, 6. Натрій, 7. Калій, 8. Кальцій, 9. Магній, 10. рН, 11. Кислотність	

Окрім речовин з пріоритетного списку, в обов'язковий перелік речовин для контролю включають ті, точні обсяги викидів яких встановити досить складно:

- 1) розчинні сульфати – у містах з населенням більше 100 тис. осіб;
- 2) бенз(а)пірен – у містах з населенням більш 100 тис. осіб та в містах з великими джерелами викидів;
- 3) формальдегід і сполуки свинцю – у містах з населенням більш 500 тис. осіб, оскільки ці речовини викидаються переважно автотранспортом;
- 4) важкі метали – у містах з підприємствами чорної і кольорової металургії;
- 5) пестициди – у містах, розташованих поблизу сільськогосподарських територій, де застосовують хімічні засоби захисту рослин.

Перелік забруднюючих речовин, що підлягають контролю, переглядається щоразу при інвентаризації промислових викидів, реконструкції і появі нових підприємств, але не рідше 1 разу на 3 роки. При підфакельних вимірюваннях спостереження за основними домішками не проводять, тому що важко виділити внесок досліджуваної речовини. Під факелом ведуть спостереження за специфічними домішками, характерними для викидів даного підприємства. Програму складають таким чином, щоб вимірів концентрації даної домішки за рік на кожній заданій відстані від джерела було не менше 50. Щорічно складається програма роботи кожного поста спостережень.

Методи відбору проб. Визначення концентрацій більшості ЗР в атмосферному повітрі виконують, як правило, лабораторними методами. Відбір проб атмосферного повітря є важливою складовою аналізу його якості і здійснюється двома основними методами: аспіраційним і методом заповнення посудин обмеженої ємності. Відбір проб першим методом

здійснюється шляхом аспірації певного об'єму повітря через поглинальний прилад, заповнений твердим або рідким сорбентом для вловлювання забруднювальної речовини, або через аерозольний фільтр, що затримує частинки, які містяться в повітрі. В результаті аспірації відбувається концентрування речовин у поглинальному розчині (наприклад, розчинення і хімічна реакція аналізованої газоподібної забруднювальної речовини) чи на твердому сорбенті (силікагель, алюмогель, подрібнене скло). Поглинальні прилади найчастіше мають U-подібну форму і виробляються з інертних матеріалів. Для вловлювання з повітря зважених частинок (пилу, сажі) використовуються фільтри, виготовлені з паперу або з волокнистих полімерних матеріалів, а також мембранні і скловолокнисті. Фільтр встановлюється в металевому фільтроутримувачі з конусною насадкою.

Параметри відбору проб, такі як витрата повітря і тривалість його аспірації через поглинальний прилад, тип поглинального приладу чи фільтра встановлюються в залежності від типу забруднюючої речовини. Для достовірного визначення концентрації витрата повітря повинна складати десятки і сотні літрів за хвилину.

Метод заповнення посудин обмеженої ємності:

- вакуумний, коли з герметично закритої посудини відкачують повітря, а потім, безпосередньо в місці відбору проби посудину відкривають;
- примусового продування посудини 10-кратним об'ємом повітря в місці відбору проби, після чого посудину герметизують;
- витіснення попередньо залитої в посудину інертної рідини повітрям на місці відбору проби, після чого посудину герметизують.

Найчастіше ці методи використовують для визначення оксиду вуглецю або інших газоподібних домішок, тип і походження яких невідоме. Для зважених домішок застосують тільки аспіраційний метод відбору проб повітря, а для газоподібних – обидва. Відбір проб повітря здійснюється на стаціонарних чи пересувних постах, укомплектованих пристроями для відбору проб або автоматичними газоаналізаторами для безперервного визначення концентрації забруднюючої речовини, а також приладами для метеорологічних спостережень. При визначенні приземної концентрації домішки в атмосферному повітрі відбір проб проводиться на висоті 1,5-3,5 м від поверхні землі.

Проби підрозділяються, в залежності від режиму відбору, на: разові, при тривалості відбору 20-30 хвилин; середні добові, коли відбір здійснюється безперервно протягом 24 годин або дискретно через рівні інтервали часу протягом доби (відбирають не менше 4 разових проб).

Засоби вимірювання. На стаціонарних постах засоби вимірювання розміщуються в комплектних лабораторіях «Пост-1» і «Пост-2»¹³, а на маршрутних і підфакельних постах – у лабораторії «Атмосфера- II». Для відбору проб повітря використовують електроаспіратори ЕА-1, ЕА-2, ЕА-2С, ЕА-3 (рис. 23). ЕА-1 застосовують для відбору разових проб газоподібних речовин; ЕА-2С – для відбору добових проб пилу на 1 фільтр у циклічному чи безперервному режимі на «Пост-2»; ЕА-3 – для разових і добових проб

великого обсягу на 1 фільтр і в один поглинальний прилад на станціях фонового моніторингу. Відбірники повітря «Компонент» застосовують для циклічного відбору разових проб атмосферного повітря у поглинальні прилади з метою подальшого визначення концентрацій газоподібних домішок. Для реєстрації обсягів повітря використовують електроаспіратори, реометри, ротаметри та інші витратоміри.



Рисунок 24 - Засоби вимірювання атмосферного повітря

ЕА-1, ЕА-2, ЕА-3 складаються зі збудника витрати повітря (ротаційний насос, пиросос, вихровий вентилятор), фільтроутримувача, блока аспірації з витратоміром і пультом керування. Повітровідбірник «Компонент» складається з вакуумного насоса і корпусу, у якому розташовані реле часу, вакуумметр і система клапанів. У лабораторії «Пост-1» розміщується основне і допоміжне устаткування для проведення спостережень і вимірювання метеопараметрів. Лабораторія працює при температурі 10-35 0С, відносній вологості до 80% і атмосферному тиску – 900-1040 ГПа. Устаткування включає автоматичні газоаналізатори ГМК-3 (СО) і ГКП-1 (SO₂), системи для проведення відбору проб і метеорологічних спостережень, щоглу для встановлення датчика вітру, систему електропостачання та освітлення. У спеціальній камері розташовується метеостанція М-49. З чотирьох сторін павільйону на висоті 1,5 м – люки з кришками, в які можна вставити блок для відбору проб на пил і сажу.

У м. Києві станом на 2020 р. у різних районах працювало 21 стаціонарних постів типу «Пост-2». Над кришкою на висоті 50 см розташований забірний трубопровід (з фторопласту чи скла) із захисним ковпачком для відбору газоподібних речовин. «Пост-2» відрізняється наявністю автоматичного повітрязабірника «Компонент» і ЕА-2С. Для вимірювання метеопараметрів у лабораторії використовується автоматичний метеорологічний комплекс. Пересувна лабораторія «Атмосфера-П» призначена для визначення рівня забруднення атмосфери і вимірювання

метеопараметрів при проведенні маршрутних і підфакельних спостережень. На даху розташовано датчик швидкості і напрямку вітру, виносну штангу для датчиків температури, вологості та анеморумбометр. У 2005 р. ЗАТ «Укрналіт» розроблено автоматичний пост спостереження за станом атмосферного повітря «Атмосфера-10». Є також напівавтоматичні переносні прилади індикатори концентрацій SO₂, H₂S («Атмосфера-1»), Cl₂ і O₃ («Атмосфера-2»), які застосовують у випадках аварій.

Умови відбору проб. При відборі разових проб повітря необхідно забезпечувати умови ізокінетичності – швидкість повітря, що пропускається через фільтр, повинна дорівнювати швидкості потоку, що набігає. Вирівнювання швидкостей здійснюється за рахунок застосування конусних насадок, вибір яких залежить від швидкості вітру. Фільтроутримувач повинен бути орієнтований назустріч вітровому потоку. При добовому відборі проб повітря в умовах високої запиленості маса пилу на фільтрі може перевищити його пилоємність (5 мг/см²). Один раз на місяць повітряні комунікації очищають від пилу, промивають теплою мильною водою, потім чистою водою зі спиртом і просушують. Сорбційні трубки встановлюють строго вертикально, шаром сорбенту вниз, щоб повітря проходило через шар сорбенту знизу вгору. При відборі проб повітря на фторид водню як провідник повітря використовують тільки фторопласт. При визначенні концентрації домішки за допомогою ручних методів відбору проб і хімічного аналізу можуть виникнути помилкові результати.

Похибки визначення концентрацій домішки при відборі проб повітря зумовлені такими причинами:

1. Похибка при визначенні об'єму повітря, що пройшло через поглинальний прилад;
2. Похибка при вимірюванні часу відбору проб повітря на хвилину, збільшує похибку вимірювання на 5%;
3. Похибки при зниженні швидкості аспірації (відсмоктування пилу);
4. Сорбція чи часткова десорбція речовини, що визначається на поверхні відбірника, якщо використовують гумові шланги;
5. Потрапляння пилу в пробу повітря і сорбція речовин на часточках пилу, що призводить до зниження їх концентрації;
6. Недостатня герметизація системи відбору повітря або неправильне приєднання поглинальних приладів, що призводить до підсмоктування повітря.

Для запобігання перерахованих вище похибок регулярно (не рідше раз у місяць) необхідно проводити калібрування електроаспіраторів. Будь-які відхилення від необхідного режиму відбору проб повітря заносяться до журналу і враховуються при визначенні концентрацій. Як відбірник повітря використовують трубки тільки з інертних матеріалів. Систему відбору повітря варто прочищати не рідше раз у місяць. Загальна довжина гумових з'єднань у трубках не повинна перевищувати 10 мм. Джерелами похибок є також порушення правил транспортування і термінів збереження відібраних проб. Відразу після відбору проб поглинальні прилади закривають

заглушками. Особливо ретельно при відборі проб на NH_3 і NO_x . Проби на SO_2 повинні оберігатись від потрапляння світла. У лабораторіях вимірювання температури і вологості також здійснюється за допомогою метеостанції М-49. Вимірювання виконують 3 рази наприкінці спостережень. Визначається середнє арифметичне значення, а для температури вводиться паспортна поправка. Протягом 20 хвилин спостереження проводять тричі: на 10-й, 12-й, 14-й хвилинах. Атмосферний тиск вимірюється на станції «Пост-2» за допомогою спеціального барометра М-67 з точністю до 1 мм рт. ст.

Підфакельні спостереження – вимірювання концентрацій домішок під проекцією факела викидів із труби промислового підприємства. Місце розташування точок відбору проб змінюється в залежності від напрямку факела (напрямку вітру). Радіус проведення спостережень – не менш 10-15 км. За робочу зміну спостереження проводять у 8-10 точках – як правило, в 4-5 точках по 2 рази на день. Відбір проб виконують на відстанях 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15 і 30 км. На відстані 0,5 км – визначають забруднення атмосфери від низьких джерел, а на далеких – сумарне забруднення від низьких, неорганізованих і високих джерел викидів. Вимірювання концентрації забруднювальних речовин проводять у центральних точках по осі факела та в точках ліворуч і праворуч по перпендикуляру від осі. Відстань між точками залежить від ширини факела: сектор розширюється від 50 до 300-400 м. При зміні напрямку вітру спостереження переміщуються в зону впливу факела. За наявності перешкод (водойми, відсутність доріг і т.д.) вибирають інші точки. Частіше варто проводити спостереження на відстані 10-40 середніх висот труби від джерела викиду, де існує велика імовірність появи максимуму концентрацій. Спостереження за специфічними домішками – на кожній фіксованій відстані від джерела викиду повинно бути не менше 50 вимірів кожної домішки. Відбір проб здійснюється на висоті 1,5 – 3,5 м від поверхні землі за методикою стаціонарного посту. Підфакельні спостереження виконують в ті ж самі терміни вимірювань, що і на стаціонарних та маршрутних постах.

За даними дискретних спостережень важко встановити зв'язок забруднення з метеорологічними характеристиками і добові зміни концентрації домішки. Для цього на мережі моніторингу встановлюють газоаналізатори, що подають інформацію про добовий хід концентрації на діаграмній стрічці.

Тема 2: Моніторинг поверхневих вод

Моніторинг поверхневих вод суші. В Україні налічується 63 119 річок, у т. Ч. великих (площа водозбору більше 50 тис. км²) – 9, середніх (від 2 до 50 тис. км²) – 81 і малих (менше 2 тис. км²) – 63 029. Загальна довжина річок становить 206,4 тис. км, з них 90% припадає на малі річки. Основними показниками рівня водозабезпечення території є об'єм сумарного і місцевого стоку на 1 км² площі та на одного жителя (в Україні на одного жителя припадає близько 1,0 тис. м³ на рік, що ставить її в один ряд з найменш забезпеченими водою країнами Європи). В Україні з найбільш водозабезпечених є Карпатський регіон. Друге місце за рівнем

водозабезпеченості займають райони Полісся. На цій території формується стік Дніпро, Прип'ять, Десна та їх притоки. Поверхневі і підземні води зазнали значного техногенного впливу в результаті катастрофи на Чорнобильській АЕС. Все це ускладнює використання водних ресурсів у господарській діяльності, особливо в сільськогосподарській і комунальній сферах [35].

Антропогенне забруднення гідросфери має глобальний характер і суттєво зменшує доступні експлуатаційні ресурси прісної води на планеті. Загальний об'єм промислових, сільськогосподарських і комунально-побутових стоків сягає 1300 км³, для розбавлення яких необхідно приблизно 8,5 тис. км³ води, тобто 20% повного і 60% стійкого стоку річок світу. Найбільшими забруднювачами є промислові підприємства – 2332 млн. м³ (в основному енергетики, чорної металургії та вугільної промисловості міст Запоріжжя і Дніпропетровська, Донецької області) та об'єкти житлово-комунального господарства – 1459 млн. м³ – переважно підприємства міст Києва, Дніпропетровська, Львова, Одеси, Кривого Рогу, Запоріжжя та ін. [45]. Усі галузі господарства щодо водних ресурсів поділяються на водоспоживачів і водокористувачів.

Загальна маса забруднювальних гідросферу Землі речовин складає близько 15 млрд. т на рік. До найбільш небезпечних речовин належать солі важких металів, феноли, пестициди, нафтопродукти, органічні отрути, синтетичні поверхнево активні речовини, мінеральні добрива та ін. Забруднення природних вод – це процес зміни їх фізичних, хімічних і біологічних властивостей, що може шкідливо впливати на людину та інші живі організми, а також обмежувати можливість цільового використання води. Водні об'єкти вважаються забрудненими, якщо показники складу і властивостей води в них змінюються під прямим або непрямим впливом виробничої діяльності і побутового використання населенням та стають частково або повністю непридатними для одного із видів водокористування.

Сучасний рівень забруднення поверхневих вод визначається комплексом антропогенних факторів-впливів:

- органічні нетоксичні забруднення;
- органічні і мінеральні токсичні забруднення;
- мінеральні речовини, переважно сполуки фосфору Р та азоту N;
- кислі дощі;
- радіонукліди.

Неочищені і частково очищені стічні води призводять до зміни фізико-хімічних властивостей водних об'єктів та їх забруднення.

За походженням стічні води поділяються на декілька груп: 1) господарсько-побутові; 2) промислові; 3) поверхневий стік підприємств і населених пунктів; 4) поверхневий стік з сільськогосподарських територій; 5) рудникові і шахтні води. Кожна група має свій специфічний склад, в якому переважає певна група забруднювальних речовин. Еколого-токсикологічний контроль за стічними водами виконується методами біотестування з

використанням 2-х видів тест-об'єктів – *Daphnia magna straus* і *Simocephalus serrulatus* Koch.

На сьогодні збільшено кількість показників, що нормуються щодо питної води, визначення яких є необхідним для забезпечення якості питної води, нешкідливої і безпечної для здоров'я людини, а також змінений підхід до організації і проведення лабораторного контролю. Зокрема, як обов'язкові введені такі показники, як біохімічне споживання кисню та хімічне споживання кисню. Вміст розчиненого кисню – величина, обернена біохімічному споживанню кисню (питна вода повинна містити не менше 4 мг розчиненого O_2 на 1 $дм^3$). На практиці поширення отримали два види цього показника: «БСК5» та «БСК20». Вважається, що показник «БСК» характеризує концентрацію у воді легкоокислюваних органічних речовин. Хімічне споживання кисню характеризує концентрацію у воді важкоокислюваних органічних речовин.

Одним з найбільш поширених антропогенних впливів на водні об'єкти є процес евтрофікації, при якому прискорюється процес їх старіння. До цього процесу призводить збільшення біогенних та органічних речовин (в першу чергу тих, в яких містяться фосфор і азот), що потрапляють у водойми при змиві добрив з полів, затоплених земель, а також із комунальними стоками. При цьому відбувається швидке перетворення внесених речовин в нітрати, які є дуже небезпечні для людини. При попаданні у водойми нітрати прискорюють процеси евтрофікації, які починаються при концентрації нітратного азоту більше 0,3 мг/дм³. Зі збільшенням кількості синьо-зелених водоростей у воді зменшується вміст кисню. Це призводить до скорочення чисельності деяких популяцій і появи у воді токсинів. Іншим прикладом антропогенних впливів є закислення поверхневих вод в результаті випадання кислотних дощів (при емісії SO_2 в атмосферу). При $pH < 5,8$ у водоймах зникає більшість діатомових та зелених водоростей; представники зоопланктону (дафнії) зникають при $pH < 6,0$. Збільшення іонів SO_3^{2-} в опадах призводить до падіння рівня pH . Відтворення риби має значні ускладнення при $pH < 5,5$. Водні екосистеми, в яких живі компоненти представлені водоростями та найпростішими, порівняно швидко реагують на забрудненість. Ця реакція визначається або в зменшенні кількості видів, або в зміні розподілу чисельності особин по видах. При цьому можливе як зменшення, так і збільшення чисельності окремих видів. Відмічено також зменшення в річкових та озерних екосистемах, в результаті їх забруднення, кількості молюсків та членистоногих. Таким чином, у водних екосистемах доказом надмірної кількості нетоксичних органічних і неорганічних речовин може бути використаний процес евтрофікації, який супроводжується значним збільшенням біомаси синьо-зелених водоростей, зникненням або зменшенням кількості різних організмів через нестачу кисню і появу продуктів розкладу планктону, токсинів синьо-зелених водоростей, збільшенням гетеротрофної частини біоценозу.

Моніторинг поверхневих вод – це система послідовних періодичних спостережень, збору та обробки інформації про стан водних об'єктів,

прогнозування можливих змін якості води та розробка науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо покращення стану відкритих водних об'єктів. Основними завданнями моніторингу поверхневих вод є спостереження, оцінювання та прогнозування змін якості води у відкритих водних об'єктах. Система моніторингу поверхневих вод є необхідною складовою частиною державної системи управління навколишнім середовищем і регулювання його якості [66].

Основною метою системи моніторингу водних об'єктів є одержання достовірної інформації про якість води та аналіз змін якості води під дією антропогенних факторів.

Система моніторингу водних об'єктів вирішує такі завдання:

- забезпечує спостереження за рівнем забруднення водного середовища за хімічними, фізичними та гідробіологічними показниками;
- вивчає динаміку забруднюючих речовин і виявляє умови, при яких проходять коливання рівнів забруднень;
- вивчає закономірності процесів самоочищення та самовідновлення, а також накопичення речовин у донних відкладеннях;
- вивчає закономірності виносу речовин через гирлові створи річок у водойми.

До об'єктів державного моніторингу природних вод України відносять: поверхневі і підземні води/джерела; внутрішні морські води/територіальне море; джерела забруднення вод, в т.ч. зворотні води, аварійні скиди, втрати продуктів і матеріалів при видобутку корисних копалин; води поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь; фільтрація забруднювальних речовин з технологічних водойм і сховищ; масовий розвиток синьо-зелених водоростей; надходження забруднювальних речовин з донних відкладень.

Моніторинг якості води за фізичними та хімічними показниками здійснюється на 507 створах, 72 водосховищах, 164 річках, 14 зрошувальних системах, 1 лимані та 5 каналах комплексного призначення згідно з відомчим регламентом в основному з періодичністю 4–8 разів на рік. В останні роки в рамках міжнародних угод приділяється велика увага організації та веденню транскордонного моніторингу поверхневих вод. Для басейнів річок, особливо транскордонних, розробляються та впроваджуються плани управління річковими басейнами з урахуванням принципів інтегрованого управління водними ресурсами та рекомендацій Єврокомісії, головним чином, Водної рамкової директиви 2000/06/ЕС (ВРД).

Під пунктом спостереження за станом поверхневих вод розуміють місце на водоймі або водотоці, де систематично проводиться комплекс робіт для одержання необхідних даних про якість води. Важливим етапом в організації спостережень за забрудненнями є вибір місця розташування пункту спостережень – застосовуються дві схеми розміщення пунктів гідрохімічних спостережень: об'єктна і територіальна. Об'єктна схема застосовується для вивчення гідрохімічного режиму великих і середніх водних об'єктів і включає пункти, розташовані на великих і середніх річках і каналах, що мають велике господарське значення, а також у створах великих

річок, на великих озерах і водоймах. Територіальна схема застосовується для фонових спостережень, вивчення і регіонального узагальнення характеристик гідрохімічного режиму малих річок. Пункти спостережень за цією схемою намічаються у створах, що замикають порівняно малі річкові водозабори, що добре відбивають місцеві умови природних районів досліджуваної території [35, 57, 66].

Одна з головних вимог, які висуваються до розташування пункту спостережень – репрезентативність відносно масштабів і видів забруднення стічними водами окремих галузей господарства.

Систематичні спостереження за рівнем забруднень поверхневих вод проводяться на постійних та тимчасових пунктах спостережень, які розміщуються в місцях наявності або відсутності впливу господарської діяльності. При цьому обов'язково організовується:

- стаціонарна мережа пунктів спостережень за природним складом і забрудненням поверхневих вод;
- спеціалізована мережа пунктів спостережень забруднених водних об'єктів для вирішення науково-дослідних задач;
- тимчасова експедиційна мережа пунктів спостережень на об'єктах, не охоплених першими двома видами спостережень.

При організації мережі спостережень обов'язковими є такі вимоги: перевага аналізу антропогенних впливів на поверхневі води; систематичність і комплексність спостережень за якістю води за фізичними, хімічними та біологічними показниками з паралельним проведенням відповідних гідрологічних вимірювань; узгодження термінів спостережень з характерними гідрологічними ситуаціями; визначення показників якості води єдиними методами на всій мережі для забезпечення можливості порівняння результатів; оперативність одержання інформації про якість води і стан водних об'єктів.

Пункти спостережень обов'язково встановлюють на таких об'єктах:

- місця скиду стічних і дощових вод в містах, селищах та сільськогосподарських комплексах;
- місця скиду стічних вод окремих підприємств (ТЕС, АЕС тощо);
- місця скиду колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошувальних або осушувальних земель;
- кінцеві створи великих та середніх річок, які впадають в моря або внутрішні водойми;
- на границях економічних районів, республік, країн, що їх перетинають транзитні річки;
- кінцеві гідрологічні створи річкових басейнів, за якими складають водогосподарські баланси;
- гирлові зони забруднених приток головної річки.

Всі пункти стаціонарної мережі спостережень поділяються на чотири категорії:

1. Пункти спостережень першої категорії розміщуються на водотоках і водоймах, що мають особливо важливе господарське значення, колиможливі випадки перевищення значень певних показників якості води.

2. Пункти спостережень другої категорії розміщуються на водних об'єктах, які знаходяться в районах промислових міст, селищ з централізованим водопостачанням, в місцях відпочинку населення, в місцях скиду колекторно-дренажних вод з полів, на граничних створах річок, на кінцевих створах річок.

3. Пункти спостережень третьої категорії розміщуються на водних об'єктах, що характеризуються помірним або слабким навантаженням (в районах невеликих населених пунктів та промислових підприємств).

4. Пункти спостережень четвертої категорії розміщуються на незабруднених водних об'єктах (фонових ділянках).

При організації моніторингу поверхневих вод проводять попередні обстеження, що включають вивчення стану водного об'єкта, отримання даних про водокористувачів, джерела забруднення, кількість, склад і режим скидання стічних вод. Далі складається карта-схема водного об'єкта, на якій визначають координати розташування пунктів і створів спостережень, визначають характеристики забруднювальних речовин і складається програма робіт.

Пункти спостереження включають в себе один або декілька створів. Під створом пункту спостереження розуміється умовний поперечний переріз водойми або водотоку, в якому проводиться комплекс робіт для одержання даних про якість води. Створи спостережень розміщуються з урахуванням гідрометричних умов та морфологічних особливостей водойми або водотоку, розміщення джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод. При спостереженні за якістю води встановлюється не менше трьох створів: один створ вище джерела забруднення, два створи нижче джерела забруднення.

Перший (фоновий) створ рекомендується розміщувати на відстані 1 км вище джерела забруднення. Другий створ призначений для контролю за зміною якості води водотоку поблизу випуску стічних вод, тобто в зоні забруднення. Відповідно до санітарних нормативів бажано розміщувати його на відстані 1 км вище найближчого місця водозабору. На річках, що використовуються для рибогосподарських потреб, цей створ повинен розміщуватися на відстані 0,5 км нижче за течією від місця скиду стічних вод, а на водоймах – 0,5 км в сторону найбільш вираженої течії. В містах та селищах контрольний створ розміщують на відстані 0,5-1,0 км нижче останнього колектора. Третій створ розміщують таким чином, щоб дані спостережень характеризували якість води усього водного потоку, тобто він повинен знаходитись у місці достатнього змішування стічних вод з водами річки.

Для достовірного оцінювання якості води всієї водойми організовують не менше 3-х створів, по можливості рівномірно розташованих по акваторії водойми. При організації спостережень на окремих ділянках водойми потрібно: 1) на водоймі з інтенсивним водообміном встановити один створ

вище джерела забруднення (фоновий для даного пункту), інші (не менше двох) нижче за течією від місця скидання стічних вод – на відстані 500 м і в місці досить повного (не менше за 80%) гарантованого змішування стічних вод; 2) на водоймах з уповільненим водообміном фоновий створ розташувати в частині водойми, де вплив забруднень мінімальний, другий створ – в місці скидання стічних вод, а інші – паралельно другому по різні сторони від нього на відстані 0,5 км від місця скидання стічних вод і безпосередньо за межами зони забруднення.

Кожен створ має декілька вертикалей та горизонталей. Місце розташування вертикалей і горизонтів в кожному створі визначаються характером скидів, особливостями течії водойми, умовами дна рельєфу. Під вертикаллю створу розуміють умовну відвисну лінію від поверхні води до дна водойми або водотоку, на якій виконують роботи для одержання даних про якість води. Кількість вертикалей у створі визначається шириною зони забруднення. На водотоці у випадку однорідності хімічного складу води у створі робиться тільки одна вертикаль – на стрижні водотоку, а у випадку неоднорідності – не менше трьох (на відстані 3–5 м від кожного берега та на стрижні водотоку). У водоймах робиться не менше двох вертикалей. Першу вертикаль на водоймі розміщують на відстані не більше 0,5 км від берега або від місця скидання стічних вод, останню – безпосередньо за межею зони забруднення. Під горизонтом створу розуміють місце на вертикалі (в глибину), в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води. Кількість горизонтів на вертикалі визначається з урахуванням глибини водного об'єкта. При глибині до 5 м встановлюється один горизонт біля поверхні води (влітку на 0,2–0,3 м від поверхні, взимку біля нижньої поверхні льоду). При глибині від 5 до 10 м встановлюється два горизонти: біля поверхні і біля дна (на відстані 0,5 м від дна). При глибині більше 10 м на водотоках та більше 20 м на водоймах встановлюються три горизонти: біля поверхні, посередині та біля дна. При глибині більше 100 м встановлюються такі горизонти: біля поверхні, на глибинах 10, 20, 50, 100 м та біля дна. Крім цього, встановлюються додаткові горизонти в кожному шарі зміни щільності води

Основою моніторингу поверхневих вод є стаціонарна мережа спостережень. Склад і об'єм гідрохімічних робіт в пунктах спостережень встановлюють з урахуванням цільового використання стічних вод, їх складу і вимог споживачів інформації. Вибір програми спостережень залежить від категорії пункту спостережень.

Програми спостережень за гідрологічними та гідрохімічними показниками поділяється на обов'язкову, скорочену 1, скорочену 2 і скорочену 3 програми [35, 57, 66].

Обов'язкова програма. За цією програмою виконують: 1) гідрологічні спостереження: витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії ($\text{м}/\text{с}$) і рівень води (м) на водоймах; 2) гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура ($^{\circ}\text{C}$), кольоровість (градуси), прозорість (см), запах (бали), концентрація розчинених газів – кисню, діоксиду вуглецю ($\text{мг}/\text{дм}^3$);

концентрація завислих речовин (мг/дм^3), рН; окислювально-відновлювальний показник Eh (мВ); концентрація головних іонів – хлоридних, сульфатних, гідрокарбонатних, кальцію, магнію, натрію, калію, суми іонів (мг/дм^3); хімічне споживання кисню ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$); біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК5 – $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$); концентрація біогенних елементів – амонійних, нітритних, нітратних іонів, фосфатів, загального заліза, кремнію (мг/дм^3); концентрація нафтопродуктів, синтетичних поверхнево-активних речовин, легких фенолів, пестицидів і сполук металів (мг/дм^3).

Програма скорочена 1. За цією програмою виконують:

1) гідрологічні спостереження: витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$) на водотоках або рівень води (м) на водоймах; 2) гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура ($^{\circ}\text{C}$), концентрація розчиненого кисню (мг/дм^3), питома електропровідність (См/см).

Програма скорочена 2 передбачає:

1) гідрологічні спостереження: витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$) на водотоках або рівень води (м) на водоймах; 2) гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура ($^{\circ}\text{C}$), рН, питома електропровідність (См/см), концентрація завислих речовин (мг/дм^3), біохімічне споживання кисню за 5 діб (мг/дм^3); концентрація двох-трьох забруднюючих речовин, основних для води в даному пункті (мг/дм^3).

За програмою скорочена 3 виконують:

1) гідрологічні спостереження: витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії (м/с) при опорних вимірюваннях витрати на водотоках або рівень води (м) на водоймах; 2) гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура ($^{\circ}\text{C}$), концентрація завислих речовин (мг/дм^3), водневий показник рН; концентрація розчиненого кисню (мг/дм^3); хімічне споживання кисню (мг/дм^3); біохімічне споживання кисню за 5 діб (мг/дм^3); концентрація речовин, що забруднюють воду в даному пункті спостережень (мг/дм^3).

Температура водного середовища вимірюється обов'язково, оскільки вона впливає як на швидкість хімічних реакцій, так і на функції білків всередині і між фізіологічними системами та органами тварин. Водневий показник рН визначається як від'ємний логарифм концентрації іонів водню. З його значенням пов'язаний фотосинтез у воді та багато інших фізичних процесів. Електропровідність використовується для оцінювання концентрації деяких електролітів або загальних розчинених твердих частинок. Розчинений кисень є важливим показником, який грає активну роль у процесах обміну речовин у живих організмах, а також в утворенні та розчиненні вапна, гниття органічних речовин тощо. Концентрація органічних речовин характеризує протікання хімічних та біологічних процесів у воді. В пунктах першої категорії проводять спостереження щоденно за скороченою програмою 1 в першому створі після скидання стічних вод. Крім того, в цьому ж створі проводиться щоденний відбір проб об'ємом не менше 5 л, які зберігаються протягом 5 діб на випадок надзвичайних ситуацій. На цих пунктах проводиться відбір проб щодавно за скороченою програмою 2, щомісячно – за скороченою програмою 3, в основні фази водного режиму – за

обов'язковою програмою. В пунктах другої категорії візуальні спостереження проводять щоденно, щодакдно – за скороченою програмою 1, щомісячно – за скороченою програмою 3, в основні фази водного режиму – за обов'язковою програмою. В пунктах третьої категорії спостереження проводяться щомісячно за скороченою програмою 3, в основні фази водного режиму – за обов'язковою програмою. В пунктах четвертої категорії спостереження проводяться в основні фази водного режиму за обов'язковою програмою

За обов'язковою програмою спостереження за гідрологічними та гідрохімічними показниками визначаються водним режимом річки. Для більшості водотоків відбір проб проводять 7 разів на рік: під час повені – на підйомі, максимумі та спаді; під час літньої межені – при найменшій витраті та при проходженні дощового паводка; восени перед льодоставом та під час зимової межені. Є й інший підхід – відбір проб проводять 4 рази на рік (під час повені – на підйомі; під час літньої межені – при найменшій витраті; восени перед льодоставом та під час зимової межені). Кількість проб, що відбирається для аналізу за обов'язковою програмою, може змінюватися, залежно від особливостей водного режиму окремих водотоків:

- на водотоках з довгим паводком (більше місяця) проби води відбирають на підйомі, максимумі, на початку та в кінці спадання паводка (8 разів на рік);

- на водотоках зі стійкою літньою меженню та слабо вираженим осіннім підйомом води кількість спостережень складає 5-6 разів на рік;

- на тимчасових водотоках кількість спостережень не перевищує 3-4 на рік;

- на водотоках у гірських районах, залежно від типу водотоку, кількість спостережень коливається від 4 до 11.

Спостереження за хімічним складом води водойм поділяються на стандартні (обов'язкові) та спеціальні. Стандартні спостереження: регулярні спостереження за хімічним складом води в постійних пунктах, які визначають стан водойми в природних умовах; регулярні спостереження за рівнем забруднення води в контрольних пунктах, які розміщені в районах найбільш значних скидів стічних вод. До спеціальних спостережень відносять гідрохімічні зйомки водойми для оцінювання розповсюдження забруднень, вивчення процесів самоочищення визначення запасів речовин в об'єкті та балансових розрахунків [61].

Для правильного оцінювання якості води потрібно виконати такі умови:

- 1) правильно відібрати проби води відповідної кількості;
- 2) проби повинні бути репрезентативними.

Проба повинна представляти водойму чи водотік і характеризувати стан води за певний проміжок часу. Поодинокі проба може бути репрезентативною для великої маси води за таких умов:

- а) відібрана водна маса є однорідною;
- б) достатня кількість точок відбору проб;

- в) достатні розміри окремих проб;
- г) стандартизовані способи відбору.

Виділяють прості та змішані проби. Прості проби характеризують якість води в даному пункті відбору, відбираються в певний час у необхідному об'ємі. Змішані проби об'єднують в собі декілька простих проб. Вони характеризують якість води за певний період часу або певної ділянки досліджуваного об'єкта. Залежно від мети відбору проб вони можуть бути разовими та регулярними. Разовий відбір проб застосовується у випадках, коли: вимірювані параметри несуттєво змінюються в часі, а також з глибиною і акваторією водойми; попередньо відомі закономірності зміни параметрів, що визначаються; є потреба лише у найбільш загальних даних про якість води у водоймі [21, 61].

При стаціонарних спостереженнях проби води на хімічний аналіз потрібно відбирати на стрижні потоку з глибиною 0,2-0,5 м. При глибокому руслі та слабкій течії доцільніше брати проби на різних глибинах. Проби переважно відбирають емальованим відром об'ємом 10 л. З відра водою наповнюють посудини для визначення рН, вмісту у воді кисню, діоксиду вуглецю, фіксують розчинений у воді кисень, а також наповнюють водою пляшки для подальшого аналізу в лабораторії. Проби для визначення концентрацій нафтопродуктів, фенолів, поверхнево-активних речовин, важких металів, пестицидів відбирають в окремі пляшки. Для відбору проб на різній глибині використовують також спеціальні пристрої – батометри різних типів (рис. 25).



Рисунок 25 - Батометри – пробозабірники води

Батометр повинен відповідати таким вимогам: вода, що проходить крізь нього, не повинна в ньому затримуватись; прилад повинен щільно закриватися; матеріал пробовідбірника повинен бути хімічно інертним. На практиці широко використовуються горизонтальні, перекидні та автоматичні батометри. За допомогою батометра Молчанова (рис. 26) проводять відбір проб води для визначення вмісту пестицидів. Для зберігання проб використовують поліетиленовий та скляний посуд. Перед використанням посуд мийуть концентрованою кислотою та сполоскують водопровідною водою. Основні вимоги до посуду – міцність, стійкість до розчинення і щільність закривання. Консервування проб проводять при відборі проб для визначення нестійких компонентів. Аналіз цих проб проводять не пізніше як через 3 дні після відбору. Проби зберігають при температурі 3–5°C в

холодильнику. Взимку при температурі нижче 0°C відібрану пробу переносять у тепле приміщення, де проводять аналіз.



Рисунок 26 - Батометр Молчанова (ГР-18)

Перелік гідробіологічних показників якості поверхневих вод визначається еколого-зональним типом водного об'єкта, складом і об'ємом стічних вод, їх токсичністю і вимогами споживачів води. Це зумовлює відмінність програм для різних пунктів стаціонарної мережі (табл. 8). Але визначення гідробіологічних показників є обов'язковим для усіх пунктів.

Таблиця 8 - Показники для аналізу води різних організмів у водному середовищі

Організми	Показники якості води
Зообентос	Загальна чисельність організмів (шт./м ²) Загальна біомаса (г/м ²) Загальна кількість видів Кількість видів у екологічній групі Чисельність основних екологічних груп (шт./м ²) Біомаса основних екологічних груп (г/м ²) Види-індикатори сапробності
Перифітон	Загальна кількість видів Масові види, частота виявлення, сапробність Мікробіологічні показники Загальна кількість бактерій (10 ⁶ клітин/см ³)
Зоопланктон	Загальна чисельність організмів (шт./м ²) Загальна біомаса (г/м ²) Загальна кількість видів Кількість видів у екологічній групі Чисельність основних екологічних груп (шт./м ²) Біомаса основних екологічних груп (г/м ²) Види-індикатори сапробності
Фітопланктон	Загальна кількість клітин (10 ³ шт./см ³) Загальна біомаса (мг/дм ³) Загальна кількість видів Кількість видів у екологічній групі Кількість видів в групі (шт./м ²) Біомаса основних екологічних груп (мг/дм ³) Види-індикатори сапробності

Дані гідрохімічного аналізу дозволяють одержати відомості про якість води лише в пунктах відбору проб води. Для невивчених щодо гідрохімічного складу річок уявлення про природну якість води можна одержати за даними гідрохімічних характеристик місцевого стоку. На великих та середніх річках хімічний склад води формується в результаті змішування різних за складом вод, які формуються на малих річках. Оцінюючи природну якість води, необхідно враховувати її генезис: в період повені або суттєвих паводків у річці переважають води, які формуються на поверхні водозабору та в ґрунтовій товщі; на спаді повені або великих за об'ємом паводків річкова мережа заповнюється водами ґрунтового походження; в період межені в русловій мережі переважають води ґрунтового походження.

Отже, природна якість води змінюється протягом року. На основі досліджень проводять картування хімічних характеристик вод різного походження. Це дозволяє одержати дані про кількість хімічних інгредієнтів місцевого стоку невивчених річок в різні фази водності, а також про їх гідрохімічний режим. Оскільки малі річки найбільш легко підлягають забрудненню, то для оцінювання фонового стану якості води даної території необхідно ретельно аналізувати вихідні дані та вилучати створи із суттєво порушеним гідрохімічним режимом. При визначенні хімічного складу місцевого стоку малих річок необхідно дотримуватись таких умов:

- поверхня водозабору повинна бути однорідною за рельєфом з малими перепадами висоти;
- басейн водотоку повинен складатися з порід одного літологічного складу і не мати суттєвого притоку підземних вод, що сформовані за межами даного водозабору;
- ґрунтовий покрив водозабору повинен бути одноманітним за ступенем засоленості хлоридами, сульфатами;
- переважна рослинність повинна займати 70–75% площі водозабору;
- формування фаз водності повинно проходити одночасно на всьому водозаборі.

Карти будуються за даними середньобагаторічних значень хімічних інгредієнтів, які характерні для певної фази стоку. При аналізі мінералізації та хімічного складу вод дані про мінералізацію позначаються на карті ізолініями. Крок ізоліній залежить від діапазону коливань мінералізації та масштабу карти. В більшості випадків він приймається кратним 10 або 100 мг/дм³. Дані про хімічний склад води наносять на карту у вигляді значень вмісту аніонів і катіонів, які виражені у відсотковому еквіваленті. Межі районів визначають границями коливань значень в відсотковому еквіваленті. Переважно в один район об'єднуються значення, які відрізняються від середнього по району не більше, ніж на 10-15%.

Норми якості води повинні виконуватись: для водотоків комунально-побутового та господарсько-питного водокористування та для водотоків рибогосподарського водокористування.

Найбільш поширена в Україні система екологічної класифікації якості поверхневих вод містить три класифікаційні групи: сольовий склад, еколого-санітарні показники та показники специфічних речовин. В залежності від значень показників якості води поверхневі води відносять до певної категорії та класу якості води (табл. 9).

Таблиця 9 - Екологічна оцінка класів якості води

Клас якості води	I		II		III		IV	V
Категорія якості води	1	2	3	4	5	6	7	
Назви класів та категорій якості води за їх ступенем забрудненості	дуже чисті	чисті		забруднені		брудні	дуже брудні	
	дуже чисті	чисті	достатньо чисті	слабко забруднені	помірно забруднені	брудні	дуже брудні	
Трофність	оліготрофні	мезотрофні		евтрофні		політрофні	гіпертрофні	
	оліготрофні, оліго-мезотрофні	мезотрофні	мезоевтрофні	евтрофні	евполітрофні	політрофні	гіпертрофні	
Сапробність	олігосапробні	В-мезо-сапробні		А-мезо-сапробні		полісапробні		

Завданнями державного моніторингу у сфері питної води та питного водопостачання є збирання і систематизація даних про: джерела питного водопостачання; кількість і якість питної води, обсяги використання питної води і скидання стічних вод; споживачів питної води та підприємства питного водопостачання. Державні санітарні правила і норми України визначають показники якості питної води, що певною мірою узгоджені з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Водневий показник характеризує концентрацію вільних іонів водню H^+ у воді і вимірюється спеціальною одиницею рН, яка є десятковим логарифмом концентрації іонів водню, взятої з протилежним знаком ($pH = -\lg[H^+]$). Для питної води допустимим є рівень рН в межах 6,0-8,5. Директива Європейського Союзу щодо питної води No 80/778/ЄС (Drinking Water Directive) покладена в основу водного законодавства європейських країн і регламентує 66 нормативних показників якості питної води. Ця директива передбачає рівень I гранично допустимих концентрацій, який є обов'язковим для виконання, і рівень G як довгострокова мета.

Джерела і види забруднення океанів та морів. Забруднюючі речовини надходять до Світового океану як природним шляхом, так і в результаті господарської діяльності людини. До джерел забруднення океанів та морів відносять: безпосередні скиди нафтопродуктів при перевезенні і при аваріях танкерів; безпосереднє надходження забруднюючих речовин при підводних розробках та при видобуванні мінеральних ресурсів; річковий стік; прямий стік із суші; перенесення забруднюючих речовин через атмосферу; підводні викиди нафти та газу; аварійні скиди із суден або підводних трубопроводів тощо. Забруднення морських вод відбувається нерівномірно.

Особливо страждають прибережні та шельфові області, міжматерикові а внутрішньоматерикові моря, куди виноситься потік стічних вод річками. Цьому сприяє також розташування у прибережних районах суші значної частини промислових підприємств, а на низькодологах – сільськогосподарських угідь. Для районів шельфу найбільш характерне нафтове забруднення. Здатність морських вод до самоочищення від нафтового забруднення залежить від географічної широти, температури води, величини хвилювання на поверхні моря тощо [10, 35].

Найбільш актуальною стала проблема хімічного забруднення морів і океанів з точки зору біологічної небезпеки для морських організмів. В океан потрапляють органічні сполуки, заводські відходи і завислі речовини. Нафта і нафтопродукти – найбільш розповсюджені забруднювачі. У природних умовах до Світового океану їх надходить від 0,2 до 2 млн. т на рік. Найбільшу шкоду морським екосистемам завдають морські перевезення. Танкерами перевозиться щорічно близько 2 млрд. т нафти. Нафта негативно впливає на морські біоценози, оскільки її плівка порушує обмін енергією, теплом, вологою й газами між океаном і атмосферою, а також впливає на фізико-хімічні і гідробіологічні умови та клімат Землі.

Моніторинг океанічних (морських) вод складається з трьох складових: моніторинг абіотичних показників середовища, моніторинг факторів впливу і моніторинг джерел впливу. Пункти спостережень за якістю морських вод підрозділяються на 3 категорії, які встановлюються в залежності від розташування і потужності джерел забруднення, регіональних і фізико-географічних умов. Межа контрольованих районів залежить від фізико-географічних умов з урахуванням розподілу забруднювачів і гідрометеорологічного режиму [62].

Пункти 1-ї категорії розташовуються в прибережних районах, що мають важливе господарське значення: зони проживання і відпочинку населення; портах і припортових акваторіях, місцях нересту цінних і промислових риб; місцях скидання стічних вод, гирлах великих річок; місцях розвідки, видобутку, розробки і транспортування корисних копалин.

Пункти 2-ї категорії встановлюються для дослідження сезонної і річної мінливості рівня забруднення морських вод і розташовуються в місцях, де надходження забрунюючих речовин відбувається за рахунок міграційних процесів.

Пункти 3-ї категорії встановлюються в районах відкритого моря і призначені для дослідження річної мінливості забруднення морських вод і для розрахунку балансу заруднюючих речовин.

Програма спостережень за якістю морської води за гідробіологічними показниками є доповненням програми за фізико-хімічними показниками. Ці дві програми дозволяють дати завершену оцінку якості води. У пунктах 1-ї категорії за скороченою програмою спостереження здійснюються 2 рази на місяць (1 і 3 декади), за повною – 1 раз на місяць (2 декада). У пунктах 2-ї категорії спостереження проводяться 5-6 разів на рік за повною програмою. В пунктах 3-ї категорії – спостереження проводять 2-4 рази на рік за повною

програмою. При появі нових джерел забруднення, зміні потужності, складу і форм існуючих джерел, зміні виду водокористування та інших умов категорія пункту і перелік показників, що спостерігаються, можуть змінитися.

Тема 3: Моніторинг ґрунтів та геологічного середовища

Частина літосфери, що безпосередньо виступає як мінеральна основа біосфери, є одним із найважливіших компонентів навколишнього природного середовища – геологічне середовище [12]. Сукупність інженерних споруд і частини геологічного середовища у зоні їх впливу, що мають фіксовані межі, називають природно-технічною системою. До складу геологічного середовища включають ґрунти і верхні шари гірських порід, що розглядаються як багатоконпонентні системи, а межі геологічного середовища змінюються не тільки в просторі, але й у часі. Зовнішніми складовими частинами геологічного середовища є атмосфера, поверхневі води, усі види інженерних споруд, комунікацій і господарських об'єктів. Внутрішніми складовими частинами є ґрунти; гірські породи, що складають масиви тієї чи іншої структури; рельєф і геоморфологічні особливості території; підземні води; газоподібні наповнення гірських порід [12, 43, 47, 64].

Ґрунт – це особливе орґано-мінеральне природне утворення, яке виникло внаслідок впливу живих організмів на мінеральний субстрат і розкладу мертвих організмів, впливу природних вод і атмосферного повітря на поверхневі горизонти гірських порід у різних умовах клімату і рельєфу в гравітаційному полі Землі [12]. Ґрунт – це найбільш малорухоме природне середовище порівняно з атмосферою або поверхневими водами. Міґрація забруднюючих речовин в ґрунті протікає відносно повільно. Як наслідок, високі рівні забруднення ґрунтів деякими речовинами локалізуються в місцях їх викиду у зовнішнє середовище. Окрім того, можлива поступова зміна хімічного складу ґрунтів, порушення єдності геохімічного середовища та живих організмів. Найбільш інтенсивним шляхом переносу забруднень, які потрапляють на ґрунт, може бути перенесення з атмосферним повітрям у випадку потрапляння забруднень з ґрунту в атмосферу через випаровування або разом з пилом. Іншим шляхом розповсюдження забруднювачів є змив їх стічними водами. Під впливом фізико-хімічних факторів, в результаті діяльності мікроорґанізмів відбувається розкладання забруднюючих речовин орґанічного складу. При забрудненні ґрунтів бензапіреном, пестицидами та іншими речовинами) можливе навіть встановлення рівноваги між надходженням на ґрунт та їх розкладанням у ґрунті.

Спостереження за станом земель і ґрунтів та вмістом у них забруднювальних речовин здійснюють 6 суб'єктів моніторингу: Державна гідрометеорологічна служба, Державна екологічна інспекція, МОЗ, Мінагрополітики, Держкомлісгосп, Держкомзем України.

Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження та моніторинг забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель пестицидами

на 35 ділянках у 18 областях та важкими металами у 20 населених пунктах. Проби відбираються один раз у п'ять років, проби на важкі метали у містах Костянтинівка та Маріуполь відбираються щороку.

Державна екологічна інспекція здійснює відбір проб більш ніж на 600 промислових майданчиках у межах країни та визначення забруднень за 27 показниками. Санітарно-епідеміологічна служба здійснює контроль та моніторинг стану ґрунтів на територіях, де можливі наслідки негативного впливу на здоров'я населення. Найбільше охоплені території вирощування сільськогосподарської продукції, території в місцях застосування пестицидів, ґрунти у зоні житлових масивів, дитячих майданчиків та закладів. Досліджуються проби ґрунту в місцях зберігання токсичних відходів на території підприємств та поза нею у місцях їх складування або захоронення. Мінагрополітики здійснює моніторинг за ґрунтами сільськогосподарського використання. Мережа, на якій ведуться спостереження та моніторинг ґрунтів підрозділами Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів, складається з 1003 ділянок. Здійснюються радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів. Держкомлісгосп здійснює спостереження за ґрунтами лісових масивів та впливом на них прилеглих промислових зон, у т.ч. наявності важких металів у ґрунтах та рослинному покриві. Держкомзем здійснює спостереження за проявами ерозійних та інших екзогенних процесів, просторового забруднення земель об'єктами промислового та сільськогосподарського виробництва, за зрошуваними і осушуваними землями, а також за динамікою змін земельних ресурсів берегових ліній водних об'єктів.

До складу ґрунту входять: мінеральна основа, яка становить 50–60% загального складу (неорганічний компонент, який утворився з материнської породи в результаті вивітрювання); органічна речовина – до 10% (утворюється при розкладі мертвих організмів і їх частин (листя, тварини)); повітря – до 15–25% (знаходиться в порах ґрунту і необхідне для існування кореневої системи рослин); вода – до 25–35% (розчинник речовин). Важливим компонентом ґрунту є гумус. Види ґрунтів різняться за мінералогічним складом, вмістом гумусу та поживних елементів, родючістю [37, 43, 47].

В Україні налічується понад 38 основних типів ґрунтів і кілька тисяч відмін за еколого-генетичною класифікацією В. Докучаєва (рис. 26) [43, 47, 64]. Існує також міжнародна номенклатура продовольчої і сільськогосподарської організації ООН/ЮНЕСКО, де використовують назви ґрунтів, які характерні для певних країн (чорнозем, підзол, солонець, солончак) і синтезовані назви (конкретно для ґрунтів), поширені на кількох континентах (флювісоль, грейсоль, андосоль, каштанозем та ін.). З усіх типів ґрунтів найродючішими є чорноземи, вони займають до 60% усіх сільськогосподарських угідь України і розташовані в межах Лісостепу і Степу. Вміст гумусу в цих ґрунтах становить 4-9 %, їх товщина сягає 1-1,5 м. До 18,5 % площ орних земель припадає на дерново-підзолисті, дернові і сірі

лісові ґрунти, які формувалися в умовах надмірної зволоженості, в них мало гумусу, вони переважно кислі, але мають високу природну родючість. Великі площі припадають на бурі лісові і буро-підзолисті ґрунти, поширені в межах лісової смуги вертикальних зон Карпат, Криму, Передкарпаття і Закарпаття, та лучні і болотні ґрунти, які трапляються в західних і північних районах України. Загалом ґрунти України наділені високою природною родючістю. Ґрунтовий покрив України має виразний зональний характер, з чітким виокремленням найпоширеніших типів.

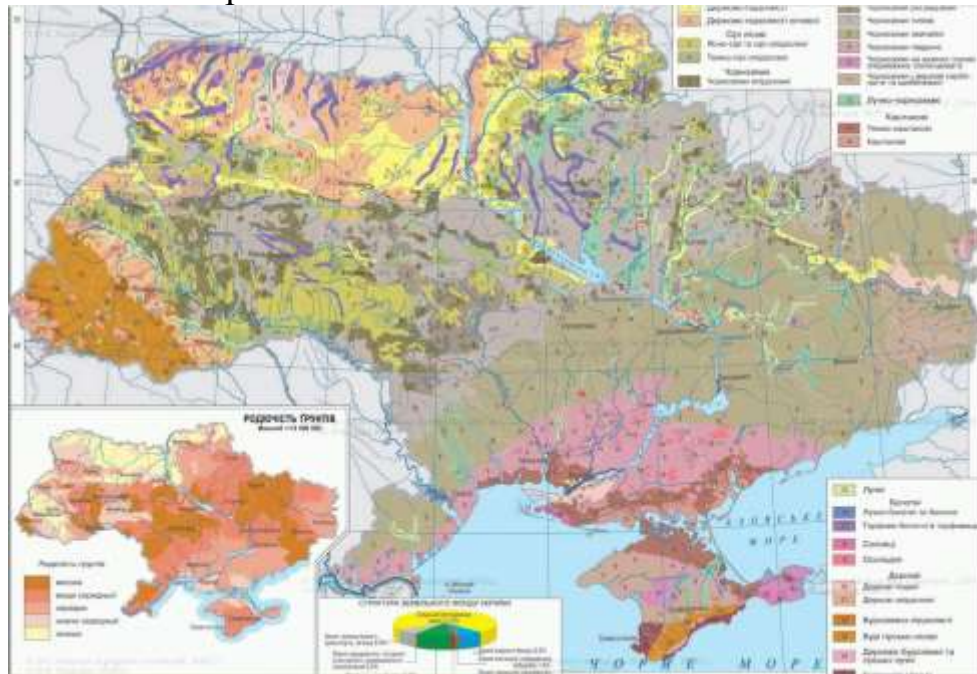


Рисунок - 27 Мапа типів ґрунтів в Україні

Дерново-підзолисті та дернові ґрунти поширені у поліській частині України. Вони утворюються переважно на піщаній основі за надмірного зволоження (окремими фрагментами у Західному та Малому Поліссі при неглибокому заляганні крейди трапляються перегнійно-карбонатні ґрунти - так звані рендзини). Усі різновиди ґрунтів цієї групи характеризуються незначним вмістом гумусу, несприятливими водно-фізичними властивостями, зокрема підвищеною кислотністю і низькою родючістю (виняток становлять рендзини, які належать до найродючіших ґрунтових видозмін). Сірі лісові ґрунти домінують у південних районах Полісся та на північних околицях лісостепу, їх розглядають як перехідні до чорноземів і, залежно від переважаючих умов ґрунтоутворення (лісових або степових), поділяють на ясно-сірі, сірі та темно-сірі підтипи. Сірі ґрунти теж мають незначний вміст гумусу і підвищену кислотність.

Чорноземи простягаються широкою смугою від Карпат до східних кордонів України, охоплюючи основну частину лісостепу і північ степової зони. Формуючись на відкладах лесового комплексу за сприятливих кліматичних умов, чорноземи відрізняються підвищеним вмістом гумусу (4-9 %) і є найродючішими ґрунтами. Залежно від зміни природних умов (передусім зволоження) сформувалися різні види чорноземів: у лісостепу домінують чорноземи опідзолені і типові мало- і середньогумусні, у

північному степу - чорноземи звичайні, у центральному степу - чорноземи південні.

Темно-каштанові ґрунти формуються в сухих умовах південної частини степової зони (перехідні від південних чорноземів до каштанових ґрунтів), у найпосушливіших умовах Присивашся та на окремих ділянках Причорноморської і Приазовської низовин вони поступаються справжнім каштановим ґрунтам з виразними ознаками солонцюватості.

Солонці та солончаки становлять особливу групу ґрунтів у посушливих степах України. Солонці характеризуються незначною водопроникністю і наявністю ущільненого солонцевого горизонту, сформованого нагромадженням натрієвих солей при інтенсивному капілярному піднятті і наступному випаровуванні мінералізованих ґрунтових вод. Фрагментарно, з інтенсивним засоленням, солонці поступаються справжнім солончакам. Поряд з природними особливостями степу (плоский рельєф, незначна кількість атмосферних опадів, підвищене випаровування тощо) надмірному засоленню ґрунтів та утворенню солонців і навіть солончаків сприяють нерозважлива господарська діяльність, зокрема непродумана організація зрошувальних робіт.

Бурі лісові (буроземи) та буро-підзолисті ґрунти, які формуються за відносно теплого і достатньо вологого клімату під листяними або хвойними лісами, поширені у гірських районах та передгір'ях українських Карпат і Криму. Вони вирізняються грудкуватою або горіховою структурою і підвищеною кислотністю.

Лучні та болотні ґрунти, що формуються в умовах значного та надмірного зволоження, поширені у північних та західних регіонах України, де вони характеризуються розвитком процесів оглеєння. Проте трапляються подібні ґрунти і на окремих локаліях лісостепової і навіть степової зон (на заплавах річок, у глибоких ярах, балках та інших депресіях поверхні), де їх утворення супроводжується процесами засолення.

Джерела і види деградації ґрунтів. Якщо під впливом природних факторів не порушується рівновага й хід звичних геологічних процесів, то під впливом антропогенних факторів відбуваються негативні процеси, які призводять до деградації та виснаження ґрунтів, вилучення їх з сільськогосподарського користування. Розрізняють фізичні, хімічні та біологічні види деградації ґрунтів. Причинами деградації ґрунтів є: ерозія, порушення правил агротехніки, знищення лісів, надмірне використання засобів хімізації, кислотні опади тощо. Важливою причиною опустелювання є антропогенний вплив без урахування взаємозв'язку природних компонентів (рельєфу, ґрунту, рослинного і тваринного світів), що формують біологічну продуктивність території і її стійкість до впливу зовнішніх чинників [40,42].

Засолення спричиняє повному або частковому вилученню ґрунтів з активного сільськогосподарського використання або зменшення їх продуктивності. Основна причина – непомірний, безсистемний полив при відсутності дренажу. Повторне засолення: неглибоко залягаючі мінералізовані ґрунтові води, підіймаючись капілярами ґрунту і

випаровуючись, залишають солі біля поверхні; при надмірному поливі відбувається підйом ґрунтових вод, заболочування і засолення ґрунту солями, розчиненими в цих водах. За даними ФАО, не менш як 50% площ всіх зрошуваних земель у світі засолено.

Щорічно у ґрунтах України знижується вміст гумусу (на 1,5-1,8 т/га на рік), що збільшує ущільнення ґрунтів і знижує їх водомісткість в 15-20 разів. Дегуміфікація пов'язана зі зменшенням кількості і погіршенням якості органіки, що надходить в ґрунт. Для запобігання дегуміфікації необхідно вносити 8-12 т/га перегною на рік, заорювати поживні залишки в ґрунт, застосовувати мульчування поверхні соломною, використовувати мінеральні добрива тощо. Оптимальним вважається вміст гумусу у верхніх горизонтах чорноземів 5-7%.

Показники техногенного порушення геологічного та ґрунтового середовища. Верхній шар літосфери (до 10 км) активно використовується людиною для видобутку корисних копалин. З надр щороку вилучається близько 150 млрд. т гірських порід, в тому числі понад 20 млрд. т корисних копалин. При сучасній технології видобутку і використання корисних копалин тільки 1–5% від всього об'єму вилученої з надр сировини реалізується у вигляді продуктів виробництва, а решта є відходами. Щорічно у світі утворюється близько 18 млн. т відвалів. При виробництві калійних добрив на кожен тонну отриманого сильвініту утворюється 2,5–3,0 т відходів галіту, які складаються у вигляді солевідвалів (висотою до 25–30 м) і на які відводяться значні території. При отриманні 1 т P_2O_5 з апатитів і фосфоритів утворюється 4,25–5,5 т фосфогіпсу, який у більшості випадків іде у відвали.

За кадастровим обліком в Україні на початок 2021 р. налічувалось 8658 родовищ 97-ми видів корисних копалин. Одними з найбільших за обсягом є запаси вугілля, залізних, марганцевих і титаноцирконієвих руд, а також графіту, каоліну, калійних солей, сірки, вогнетривких глин, облицювального каменю. В обсягах видобутку різко домінує залізорудна сировина, флюсові вапняки, а також кам'яне вугілля. У Державному балансі запасів корисних копалин України обліковано 421 родовище питних та технічних підземних вод, 197 родовищ мінеральних вод, 2 родовища теплоенергетичних підземних вод і 1 родовище промислових підземних вод [45].

Для зони впливу гірничого виробництва характерні порушення різних типів:

- ✓ геомеханічні (деформації порід і земної поверхні, провали, забудови);
- ✓ гідродинамічні (гідрологічні – поверхневі, гідрогеологічні – підземні);
- ✓ аеродинамічні (приземні) порушення і забруднення: літосферні, гідросферні, атмосферні та біоценотичні.

Гірниче виробництво негативно впливає на стан елементів довкілля:

1) землі, ґрунт (ландшафт) – деформації земної поверхні, порушення ґрунтового покриву, зменшення площі продуктивних угідь, погіршення якості ґрунтів, зміна стану поверхневих і ґрунтових вод, осідання пилу і хімічних сполук внаслідок викидів в атмосферу, ерозійні процеси;

2) надра – зміна напружено-деформованого стану масиву гірських порід, зниження якості і втрати корисних копалин і промислової цінності родовищ, забруднення надр, розвиток карстових процесів;

3) водний басейн – зменшення запасів поверхневих і підземних вод, порушення гідрогеологічного режиму; забруднення водного басейну стічними і дренажними водами;

4) повітряний басейн – забруднення атмосфери;

5) флора і фауна – погіршення умов існування флори і фауни, міграція і скорочення чисельності диких тварин, зменшення чисельності рослин, спад урожайності сільськогосподарських культур, зниження продуктивності тваринництва, рибного і лісового господарств.

Підприємствами Державної геологічної служби здійснюється спостереження та моніторинг стану підземних вод на 1148 точках спостережень. У цих точках оцінюється рівень залягання підземних вод, їх природний геохімічний склад. Проводяться визначення до 22 параметрів, у тому числі концентрації важких металів та пестицидів. Геологічне середовище в межах урбанізованих територій характеризується появою штучних ґрунтів, значною закритістю поверхні твердим покриттям і будівлями. Виникають особливі геофізичні та геохімічні поля, що впливають на стан геологічного середовища й умови існування живих організмів і людини.

Виділяють три основні підходи до оцінювання [40, 42, 47, 64]:

- шляхом прямих кількісних оцінок компонентів (геологічні породи, підземні води, ґрунти тощо) у порівнянні з ГДК, фоновими значеннями тощо;
- ранжуванням території за техногенним навантаженням (незмінені, слабо-, середньо-, сильно-, дуже сильно і катастрофічно змінені);
- за оцінкою ролі «геологічної матриці» у сучасному стані екосистем.

Виділяють 4 рівні (класи) природно-антропогенних порушень: норми, ризику, кризи, катастрофи чи лиха.

Зона екологічної норми містить у собі території без помітного зниження продуктивності і стійкості екологічного стану, її відносної стабільності. Значення прямих критеріїв нижчі за ГДК чи фонові значення. Деградація земель складає менше 5% території.

Зона екологічного ризику містить у собі території з помітним зниженням продуктивності і стійкості, що веде до їх спонтанної деградації. Територія вимагає заходів поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв перевищують ГДК. Деградовано 5-20% земель.

Зона екологічної кризи містить у собі території із сильним зниженням продуктивності і втратою стійкості. Можливе обмежене господарське використання території із застосуванням заходів поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв значно перевищують ГДК. Деградовано 20–50% земель.

Зона екологічного лиха містить у собі території з повною втратою продуктивності і стійкості екологічного стану, що виключають можливість її господарського використання. Значення прямих критеріїв у десятки разів

перевищують ГДК. Деградовано більш 50% земель. Зоні екологічної норми відповідають задовільні (З), зоні екологічного ризику – умовно задовільні (УЗ), зоні екологічної кризи – незадовільні (НЗ), зоні екологічної кризи – катастрофічні (К) еколого-геологічні умови. Слід зазначити, що стан живих організмів залежить не тільки від еколого-геологічних умов, але й від соціально-економічних факторів.

Для оцінювання еколого-геологічних умов використовуються прямі й індикаторні критерії, що за характером оцінювання підрозділяються на ресурсну, геодинамічну, геохімічну і геофізичну групи. Прямі критерії оцінювання в рамках цих груп регламентуються нормативно-директивними документами і співвідносяться стосовно ГДК, ГДВ, ГДС, ГДН. Індикаторні критерії містять у собі: 1) у ресурсній групі – залишкові запаси з урахуванням досягнутого рівня споживання (кількість років); 2) у геодинамічній групі – площинні, об'ємні і динамічні, а також медико-санітарні, ботанічні і зоологічні; 3) у геохімічній групі – показники оцінки ступеня забруднення літосфери; 4) у геофізичній групі – критерії оцінювання радіаційного забруднення.

Отже, одним із головних завдань оцінювання екологічного стану геологічного середовища є проведення комплексних досліджень з аналізу міграції, накопичення, трансформації в екосистемах при переході з одного середовища в інше різних забруднюючих речовин на допоміжних полігонах. Однією з найважливіших сучасних проблем є обґрунтування критеріїв гранично допустимих еколого-геологічних навантажень і гранично допустимих еколого-геологічних впливів.

Основна мета моніторингу геологічного середовища полягає в оперативному контролі стану та прогнозуванні його змін, а також у розробці природоохоронних заходів на основі результатів моніторингових досліджень.

Структурну схему моніторингу можна подати у вигляді 5-ти основних блоків – спостереження, аналізу поточного стану, прогнозування і оцінювання прогнозованого стану, підтримки управлінських рішень, які пов'язані між собою каналами інформації з метою формування автоматизованої інформаційної системи і системи інженерного захисту. В залежності від типу моніторингу, використовують 4 основні групи спостережень: інвентаризаційні, ретроспективні, режимні і методичні.

Інвентаризаційні спостереження містять в собі набір трудомістких та вартісних спостережень за об'єктами геологічного середовища, які не входять до складу режимних спостережень. Ці спостереження за окремий період можуть проводитись з черговістю 1 раз на рік при визначенні фонових значень параметрів геологічного середовища на територіях, які не порушені техногенними навантаженнями. Ретроспективні спостереження спрямовані на виявлення тенденцій розвитку геологічного середовища, або його компонентів, встановлення закономірностей їх змін. Режимні стаціонарні спостереження – це спостереження за динамікою процесів (явищ) на стаціонарних ділянках, точках, пунктах з метою виявлення їх закономірностей і обумовленості. Вони відображають тимчасові (річні,

сезонні, місячні, добові) коливання параметрів геологічного середовища. Методичні спостереження спрямовані на вдосконалення методів моніторингу, або створення нових методів. Вони часто проводяться до ретроспективних і режимних спостережень.

Особливо значна їх роль на початковій стадії організації мережі моніторингу. Для кожної мережі спостережень при цьому розробляється програма спостережень. Мережі спостережень формуються в залежності від масштабу досліджень або рангу геологічного середовища, можуть бути детальними, локальними, регіональними і національними. Розрізняють точку спостереження та пункт спостереження, полігон спостережень, який забезпечує групу спостережень, наприклад, гідрогеологічних.

Полігони детальних спостережень призначені для вирішення задач збору попередньої інформації на ділянках, типові умови яких відповідають опорному полігону. Опорний полігон відповідає локальному рівню досліджень на типовій (опорній) ділянці району. Різновиди опорних полігонів - фонові полігони, які призначені для збору інформації на територіях, які не порушені техногенними процесами. Сукупність опорних полігонів утворює полігон регіональних досліджень. Окрім того, можуть утворюватися спеціальні полігони, які призначені для спостережень за станом геологічного середовища на екологічно небезпечних об'єктах (наприклад, в районах АЕС), а також дослідно-методичні полігони і полігони для наукових досліджень. Еколого-геологічні дослідження складаються з підготовчих, польових, аналітичних і камеральних робіт. Особливістю їх є необхідність комплексного вивчення геологічного середовища шляхом проведення геологічних, геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ландшафтних та інших досліджень, а також аналізу матеріалів аерокосмічних зйомок.

Основні завдання: вивчення та картування площ з різним ступенем техногенного впливу; оцінювання стану геологічного середовища і впливу природних процесів, які протікають у ньому; оцінювання сукупності природних і техногенних чинників, яка визначає функціонування геолого-техногенних систем та їхні екологічні параметри; оперативне інформування державних і природоохоронних органів, громадських організацій про екологічно небезпечні обстановки та несприятливий розвиток геологічних процесів; розробка рекомендацій з обмеження та попередження несприятливих і небезпечних геологічних та техногенних процесів [38, 39, 40, 42].

Основні об'єкти вивчення: гірські породи, ґрунтово-рослинні утворення, зони аерації, донні відклади; ендегенні і екзогенні геологічні процеси; територіально-промислові, паливно-енергетичні комплекси, промислово-міські агломерації.

Погіршення властивостей ґрунтів є одним з найбільш важливих факторів формування зон (класів) екологічного стану ґрунтів характеризується ґрунтовими критеріями (табл. 10).

Принципи організації спостережень за рівнем хімічного забруднення ґрунтів. Основна кількість хімічних речовин з ґрунту надходить в організм людини харчовими ланцюгами: ґрунт-рослина-людина, ґрунт-рослина-тварина-людина, ґрунт- вода-людина, ґрунт-атмосферне повітря-людина. Хімічні елементи, що не вловлюються при спектральному аналізі, можуть бути визначені атомно-абсорбційним методом. Атомно-абсорбційний метод дозволяє визначати до 70 елементів в концентраціях на рівні 0,1-0,01 мкг/мл. З допомогою атомно-абсорбційного методу можна визначати Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Cd, Hg, As, Se.

Таблиця 10 - Класи екологічного стану ґрунтів

Показники	Класи			
	Задовільний	Умовно задовільний	Незадовільний	Катастрофічний
Родючість ґрунтів, %	≥85	85-65	65-25	≤25
Вміст гумусу, %	≥90	90-70	70-30	≤30
Вміст легкорозчинних солей, %	≤0,6	0,6-1,0	1,0-3,0	≥3
Вміст токсичних солей, %	≤0,3	0,3-0,4	0,3-0,6	≥0,6
Площа вторинно засолених ґрунтів, %	≤5	5-20	20-50	≥50
Вміст пестицидів в ґрунті, ГДК	≤0,5	0,5-1,0	1-3	≥5
Вміст забруднюючих речовин, ГДК	≤1	1-3	3-10	≥10
Залишковий вміст нафтопродуктів, %	≤1	1-5	5-10	≥10
Ступінь змитості ґрунтових горизонтів	відсутні	змиті горизонти А1 або 0,5 горизонту	змиті горизонти А,В і частина АВ	змиті горизонти А і В
Глибина змитості ґрунтових горизонтів, %	≤10	10-30	30-50	≥50
Площа підґрунтових порід, %	≤5	5-10	10-25	≥25
Площа дефляції, %	≤5	10-20	20-40	≥40

Моніторинг за станом ґрунтів включає [37, 38, 39, 40, 42, 68]:

1) оцінку сучасного рівня хімічного забруднення ґрунтів, виявлення географічних закономірностей і динаміки тимчасових змін в залежності від розташування і технологічних параметрів джерел забруднення;

2) оцінювання можливих наслідків забруднення і прогнозування тенденцій зміни хімічного складу ґрунтів у найближчому майбутньому;

3) обґрунтування складу і характеру заходів з регулювання можливих негативних наслідків і заходів, спрямованих на поліпшення стану забруднених ґрунтів.

Виділяють види спостережень: режимні або систематичні спостереження; комплексні спостереження, які включають дослідження процесів міграції забруднюючих речовин в системах: повітря-грунт, грунт-рослина, грунт-вода і грунт-донні відкладення; дослідження вертикальної міграції поллютантів.

Основними задачами ґрунтового моніторингу є [38, 39, 40, 42]:

1. виявлення несприятливих змін властивостей ґрунтового покриву;
2. контроль стану ґрунтового покриву (динаміка змін) під сільськогосподарськими культурами для видачі своєчасних рекомендацій;
3. оцінювання середньорічних втрат ґрунтів (швидкості втрат ґрунтового покриву в результаті дощової, вітрової й іригаційної ерозії);
4. виявлення районів з дефіцитним балансом біогенних елементів, виявлення й оцінювання швидкості втрат гумусу, азоту і фосфору;
5. контроль за зміною кислотності і лужності ґрунтів, особливо в районах із внесенням високих доз мінеральних добрив та поблизу великих промислових центрів;
6. контроль за сольовим режимом процесів зрошування ґрунтів, що удобрюються;
7. контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами;
8. контроль за вологістю, температурою, структурним станом, водно-фізичними властивостями ґрунтів і вмістом у них елементів живлення рослин;
9. оцінювання ймовірної зміни властивостей ґрунтів при проектуванні гідробудівництва, меліорації, упровадженні нових систем землеробства.

При меліоративному освоєнні земель відбуваються три основні групи змін ґрунтового середовища: зміни, пов'язані з регулюванням і перерозподілом річкового стоку для гідромеліорації; зміни, пов'язані з веденням власне зрошувального землеробства (водно- сольового балансу порід зони аерації, режиму і запасів підземних вод під зрошуваними полями, підтопленням і заболочуванням територій, вторинним засоленням ґрунтів і т.д.); зміни, що супроводжують гідромеліорацію, і пов'язані з нею побічно.

В Україні моніторинг ґрунтів регламентується відповідними постановами КМ України «Положення про моніторинг довкілля» [51]. Відбір проб ґрунту здійснюється згідно з ДСТУ 4287:2004 [68]. Такі методи відбору проб ґрунту застосовують при загальному та локальному забрудненнях, біля підприємств-забруднювачів, поблизу автомобільних трас тощо. При загальному забрудненні ґрунтів досліджувані ділянки для відбору зразків ґрунту вибирають за координатною сіткою, вказуючи номер і координати. При локальному забрудненні ґрунтів використовують систему концентричних кіл, розташованих на диференційованих відстанях від джерела забруднення, вказуючи номери кіл і азимут місця відбору зразків. При дослідженні забруднень ґрунтів проби відбирають пошарово з глибин 0–5, 0–20, 21–40, 41–60 см залежно від мети дослідження. Визначають розмір

досліджуваної ділянки, кількість і вид проб. Максимально допустимі розміри ділянок: в Поліссі – 8 га, лісостеповій зоні – 25 га, в степовій – 40 га. У середньому розмір ділянки дорівнює 25 га. Для визначення в ґрунтах хімічних речовин, а також їх токсичності та мутагенності, розмір ділянки коливається від 1 до 5 га, де відбирають не менше однієї об'єднаної проби, маса якої повинна бути не менш 400 г.

Об'єктами моніторингу земель сільськогосподарського призначення є рілля, багаторічні насадження, сінокоси, пасовища, перелоги, землі тимчасової консервації. Основними завданнями моніторингу ґрунтів на відповідних землях є:

- 1) проведення спостережень, збір, аналіз інформації щодо якісного стану ґрунтів;
- 2) комплексний аналіз агроекологічної ситуації, оцінка, прогноз можливих змін стану родючості ґрунтів за впливу природних і антропогенних чинників;
- 3) розроблення і впровадження науково-обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про ліквідацію наслідків негативних процесів та зодів щодо забезпечення відтворення родючості ґрунтів;
- 4) створення та введення інформаційних баз даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення та інформаційно-аналітичної системи для розроблення заходів у сфері охорони родючості ґрунтів;
- 5) надання землевласникам, земле користувачам інформації про сучасний стан ґрунтів.

Для забезпечення нормального функціонування моніторингу земель сільськогосподарського призначення доцільно використовувати перелік індикаторів на ключових ділянках (табл. 11).

Таблиця 11 - Індикатори моніторингу ґрунтового покриття на ключових ділянках [64]

Характеристика ділянки	Повна адреса, підприємство, поле, сівозміна, культура, розмір, координати, висота над рівнем моря, ухил, експозиція
Керівник і відповідальний виконавець	ПІБ, адреса, телефон, факс, електронна пошта
Метеорологічні дані	Середньорічні та щомісячні дані про опади і температури, оцінка особливостей клімату, хімічний склад опадів, наявність чи відсутність аномальних явищ
Тип і якість землекористування	Сівозміна, культури, обробіток ґрунту, удобрення, меліоративні та ґрунто-захисні заходи, якість ґрунтообробних дій, наявність поверхневої ґрунтової кірки, прояви водної чи вітрової ерозії, вегетаційних стоків та зливів, пошкодження посівів, повнота рослинного покриття
Тип ґрунту	Класифікація, генетико-морфологічний опис профілю
Текстура ґрунту	Гранулометричний, мікро-, макроагрегатний склад
Фізико-механічні властивості ґрунту	Рівноважна щільність будови, щільність твердої фази, пористість, повітроємність
Водні властивості	Вологість стійкого в'янення, найменша вологоємність,

грунту	водопроникність, вміст вологи на початок і кінець вегетації
Хімічні та фізико-хімічні властивості ґрунту	Вміст загального і рухомого вуглецю, основних макроелементів, окрмих мікроелементів, рН водний і сольовий, гідролітична кислотність
Біологічні властивості ґрунту	Активність азотфіксації, нтірифікаційна, денітрифікаційна і фмоніфікаційна здатність
Забруднення ґрунту, важкі метали, пестициди, радіонукліди	Вмст важких металів, пестицидів та радіонуклідів в ґрунті
Додаткові регіональні індикатори	Вторинне підкислення, засолення, осолонцювання, інтенсивність оглеєння

Тема 4: Моніторинг поводження з відходами

Діяльність численних промислових підприємств в Україні спричинила накопичення близько 30 млрд. т промислових відходів на площі понад 160 тис. га станом на 2021 р. [45]. В Україні щороку 1500 підприємствами утворюється до 1,7 млрд.т. промислових відходів. Найбільша кількість промислових техногенних відходів сконцентрована в гірничо-видобувній промисловості. Найбільші об'єми даних відходів сконцентровані в Донецькій, Дніпропетровській, Запорізькій, Луганській, Львівській областях, представлені відвальними породами видобутку, збагачення та переробки руд чорних та кольорових металів, хімічної та нерудної сировини, шлаками і золою ГЕС, породами вуглевидобутку та вуглезбагачення, відходами металургійного виробництва, гальванічних шлаків, шахтних та рудничних вод [6].

Відходи поділяють на тверді та рідкі, промислові та побутові, виробництва та споживання. Відходи виробництва – відходи, що утворилися в процесі виробництва чи після завершення його циклу, крім продуктів у вигляді енергії чи речовини – предметів виробництва. Відповідно до цього визначення до відходів виробництва відносяться залишки багатокомпонентної природної сировини після витягу з неї цільового продукту, наприклад, порожня рудна порода, розкривна порода гірських розробок, шлаки і пил теплових електростанцій, доменні шлаки і горіла земля металургійного виробництва, металева стружка машинобудівних підприємств тощо. Крім того, до них відносяться значні відходи лісової, деревообробної, текстильної галузей промисловості, дорожньобудівельної індустрії і сучасного агропромислового комплексу. У промисловій екології під відходами виробництва розуміють відходи, що знаходяться у твердому агрегатному стані (деякі газоподібні і рідкі відходи можуть переходити у тверду фазу, наприклад, у фільтрах чи відстійниках). Те ж відноситься і до відходів споживання — промисловим і побутовим [41].

Більшість технологій утилізації відходів включають стадію їх попередньої підготовки. Значну роль на стадії підготовки відходів до подальшої переробки виконують механічні та інші фізичні методи обробки. При застосуванні фізичних методів відбувається лише зміна форми, розмірів,

агрегатного стану та певних інших властивостей відходів, але зберігається їх хімічний склад. Завдання, які вирішуються з застосуванням фізичних методів: подрібнення відходів; розділення відходів на фракції (за розміром, складом та іншими ознаками); змішування відходів; укрупнення дрібнодисперсних відходів; зміна агрегатного стану (розчинення, випарювання, кристалізація тощо); інші.

Нормативно-правова база поводження з відходами: Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про поводження з радіоактивними відходами», Кодексу України про надра, Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-ІХ «Про управління відходами» тощо. У частини першій ст.1 Закону № 2320 наведено визначення термінів, яких немає в Законі № 187, зокрема, «біовідходи», «великогабаритні відходи», «відходи будівництва та знесення», «відходи харчових продуктів», «інертні відходи», «медичні відходи» та інші.

Відповідно до ст.7 Закону № 2320 відходи поділяються на два класи:

1. небезпечні відходи;
2. відходи, що не є небезпечними.

Класифікація відходів здійснюється відповідно до Національного переліку відходів і Порядку класифікації відходів. Зміна класу небезпечних відходів не повинна досягатися шляхом розбавлення або змішування відходів для зниження початкової концентрації небезпечних речовин до рівня, що є нижчим за порогові значення, для визначення відходів небезпечними.

Основними завданнями законодавства з моніторингу відходів є:

- а) визначення основних принципів державної політики у сфері поводження з відходами;
- б) правове регулювання відносин щодо діяльності у сфері поводження з відходами;
- в) визначення основних умов, вимог щодо екологічно безпечного поводження з відходами, а також системи заходів, пов'язаних з організаційно-економічним стимулюванням ресурсозбереження;
- г) забезпечення мінімального утворення відходів, розширення їх використання у господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.

Законодавство регулює відносини, пов'язані з утворенням, збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією, видаленням, знешкодженням та захороненням відходів, що утворюються в Україні, перевозяться через її територію, ввозяться на територію України чи вивозяться з неї. Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є пріоритетний захист довкілля та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку.

До основних напрямів державної політики щодо реалізації зазначених принципів належить:

а) забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними;

б) зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності;

в) забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;

г) сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;

д) забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами;

е) організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини;

є) здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;

ж) сприяння створенню об'єктів поводження з відходами;

з) забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами;

і) обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації.

У сфері поводження з відходами встановлюються такі нормативи:

✓ граничні показники утворення відходів у технологічних процесах;

✓ питомі показники утворення відходів, використання та втрат сировини у технологічних процесах;

✓ інші нормативи, передбачені законодавством.

Суб'єктами права власності на відходи є громадяни України, іноземці, особи без громадянства, підприємства, установи та організації усіх форм власності, територіальні громади, держава. Територіальні громади є власниками відходів, що утворюються на об'єктах комунальної власності чи знаходяться на їх території і не мають власника або власник яких невідомий.

Держава є власником відходів, що утворюються на об'єктах державної власності чи знаходяться на території України і не мають власника або власник яких невідомий (крім відходів, зазначених у частині другій цієї статті), а також в інших випадках, передбачених законом. У разі приватизації державних підприємств, на яких накопичено певні обсяги відходів, право власності на відходи та відповідальність за заподіяну ними шкоду здоров'ю людей, майну фізичних або юридичних осіб та навколишньому природному середовищу переходить до нових власників, якщо інше не передбачено законом або умовами приватизації цих підприємств. Умовами приватизації

може бути передбачена солідарна відповідальність попереднього власника та власника приватизованого підприємства. При зміні власника чи користувача земельної ділянки, на якій розміщені відходи, питання про право власності на відходи вирішується відповідно до закону. Відходи, що не мають власника або власник яких невідомий, вважаються безхазяйними. Порядок виявлення та обліку безхазяйних відходів визначається Кабінетом Міністрів України. Визначення режиму використання безхазяйних відходів покладається на місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, якщо інше не передбачено законом. Місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування ведуть облік безхазяйних відходів і несуть відповідальність за додержання умов поводження з ними та запобігання негативному впливу їх на навколишнє природне середовище і здоров'я людей. Власники або користувачі земельних ділянок, на яких виявлено відходи, що не належать їм, зобов'язані повідомити про них відповідний місцевий орган виконавчої влади чи орган місцевого самоврядування, які зобов'язані вжити заходів до визначення власника відходів, класу їх небезпеки, обліку та прийняти рішення щодо поводження з ними.

Громадяни України у сфері поводження з відходами мають право на:

- а) безпечні для їх життя та здоров'я умови при здійсненні операцій щодо поводження з відходами;
- б) одержання в установленому порядку повної та достовірної інформації про безпеку об'єктів поводження з відходами як тих, що експлуатуються, так і тих, будівництво яких планується;
- в) відвідування в установленому порядку спеціально відведених місць чи об'єктів поводження з відходами;
- г) участь в обговоренні питань, пов'язаних із розміщенням, проектуванням, спорудженням та експлуатацією об'єктів поводження з відходами;
- д) екологічне страхування відповідно до законодавства України;
- е) відшкодування шкоди, заподіяної їх здоров'ю та майну внаслідок порушення законодавства про відходи.

Підприємства, установи та організації усіх форм власності у сфері поводження з відходами мають право на:

- а) одержання в установленому порядку інформації про технології утилізації відходів, будівництво та експлуатацію об'єктів поводження з відходами;
- б) зберігання відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах відповідно до санітарних норм і правил утримання територій;
- в) внесення пропозицій, пов'язаних з розміщенням, проектуванням, будівництвом та експлуатацією об'єктів поводження з відходами;
- г) одержання в установленому порядку пільг у разі участі у створенні об'єктів поводження з відходами;
- д) участь у розробленні місцевих, регіональних та загальнодержавної програм поводження з відходами.

Підприємства, установи та організації усіх форм власності у сфері поводження з відходами зобов'язані:

- а) запобігати утворенню та зменшувати обсяги утворення відходів;
- б) забезпечувати приймання та утилізацію використаних вітчизняних та імпортованих пакувальних матеріалів і тари, в яких знаходилась продукція підприємств, установ чи організацій, або укладати угоди з відповідними організаціями на її збирання та утилізацію;
- в) визначати склад і властивості відходів, що утворюються, а також за погодженням із спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами ступінь їх небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я людини;
- г) на основі матеріально-сировинних балансів виробництва виявляти і вести первинний поточний облік кількості, типу і складу відходів, що утворюються, збираються, перевозяться, зберігаються, обробляються, утилізуються, знешкоджуються та видаляються, і подавати щодо них статистичну звітність у встановленому порядку;
- д) забезпечувати повне збирання, належне зберігання та недопущення знищення і псування відходів, що мають ресурсну цінність та підлягають утилізації;
- е) брати участь у будівництві об'єктів поводження з відходами;
- є) здійснювати організаційні, науково-технічні та технологічні заходи для максимальної утилізації відходів, реалізації чи передачі їх іншим споживачам або підприємствам, установам та організаціям, що займаються збиранням, обробленням та утилізацією відходів, а також забезпечувати за власний рахунок екологічно обгрунтоване видалення тих відходів, що не підлягають утилізації;
- ж) не допускати змішування відходів, якщо це не передбачено існуючою технологією та ускладнює поводження з відходами або не доведено, що така дія відповідає вимогам підвищення екологічної безпеки;
- з) не допускати зберігання та видалення відходів у несанкціонованих місцях чи об'єкта тощо.

З метою визначення та прогнозування впливу відходів на навколишнє природне середовище, своєчасного виявлення негативних наслідків, їх відвернення та подолання виробники відходів, їх власники, а також спеціально уповноважені органи виконавчої влади в галузі охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки здійснюють моніторинг місць утворення, зберігання і видалення відходів. Моніторинг місць утворення, зберігання і видалення відходів є складовою єдиної системи державного моніторингу навколишнього природного середовища.

З метою запобігання або зменшення обсягів утворення відходів та стимулювання впровадження маловідходних технологій органи влади в межах своєї компетенції здійснюють:

- а) розроблення та впровадження науково обгрунтованих нормативів утворення відходів на одиницю продукції (сировини та енергії), виконання

робіт і надання послуг, що регламентують їх кількісний та якісний склад, відповідно до передових технологічних досягнень;

б) періодичний перегляд встановлених нормативів утворення відходів, спрямований на зменшення їх обсягів, з урахуванням передового вітчизняного і зарубіжного досвіду та економічних можливостей;

в) встановлення на основі затверджених нормативів (питомих показників обсягів утворення відходів) лімітів на утворення відходів;

г) розроблення системи поводження з імпортними пакувальними матеріалами і тарою;

д) розроблення загальних вимог щодо поводження з побутовими відходами;

е) розроблення системи інформаційного, науково-методичного забезпечення виробників відходів відомостями про технологічні та інші можливості зменшення обсягів утворення та утилізації відходів;

є) запровадження відповідно до закону санкцій за перевищення лімітів на обсяги утворення та розміщення відходів.

Порядком ведення державного обліку та паспортизації відходів вводиться важливе поняття «інвентаризація відходів». Інвентаризація відходів проводиться на загальних методичних засадах.

Паспортизація відходів включає складання і ведення:

- паспортів відходів;
- паспортів місць видалення відходів;
- реєстрових карт об'єктів утворення, обробки та утилізації відходів.

Згідно з встановленим регламентом на реєстр місць видалення відходів складається спеціальний паспорт, у якому зазначаються найменування і код відходів, їх кількісний та якісний склад, походження, технічні характеристики і відомості про методи контролю і безпечної експлуатації. У рамках форми паспорта передбачаються дані з моніторингу впливу місць видалення відходів на навколишнє середовище. Паспорт має складатися власником місць видалення відходів. Якщо розглядати охорону довкілля та зусилля з управління відходами з точки зору їх технічного застосування можна виділити різні стратегії (табл. 12). У більшості випадків стратегії вторинного використання, відходи й забруднювачі розглядаються незалежно від джерел виникнення, розмірів і складу. Екологічно неприйнятні відходи концентруються, обробляються й переміщуються у просторі й часі, причини їх виникнення не тільки лишаються невивіреними, але й не аналізуються.

Система організованого рециклінгу була запроваджена в ХХ ст. Ця система відповідає вимогам економічної, екологічної та соціальної ефективності. Механізм формування рециклінгу передбачає створення інтерактивної інформаційної системи на базі сучасних інформаційних технологій, яка забезпечить виявлення і ліквідацію несанкціонованих звалищ сміття на підставі повідомлень громадян, громадських організацій, а надалі – автоматичного моніторингу автономними технічними засобами, що дасть змогу оцінити ефективність рециклінгу відходів із позиції різних типів ефективності.

Таблиця 12 - Традиційні стратегії управління відходами [41]

Тип стратегії	Технологія
Розбавлення	Метод розбавлення застосовується в місці збирання рідких, твердих і газоподібних відходів для підвищення розподілу і зниження концентрації забруднювачів
Фільтрація	Методи фільтрації, конденсації, компактування, незалежно від первинної обробки продукту, застосовується до рідких, твердих, газоподібних відходів перед надходженням їх у збірник або відправленням на звалища
Повторного використання	Методи розділення, сортування, незалежно від первинної обробки, застосовується до рідких, твердих, газоподібних відходів так, щоб вони могли бути повторно використані як сировина або продукти

Для ефективного моніторингу потрібно: автоматично визначати наповнюваність об'єктів твердих побутових відходів; визначати до якого типу належать ті чи інші відходи; кількість відходів, тип відходів за кожним з осередків (районів); прогнозувати кількість відходів (у часовому чи кількісному вимірі). Системний підхід включатиме: системи критеріїв моніторингу ефективності рециклінгу; загальну схему моніторингу твердих побутових відходів; організований рециклінг. Для моніторингу накопичення твердих побутових відходів використовують певні показники, тобто своєрідні ознаки змін на шляху до покращення ситуації.

Як інтегральний показник використовують інтегральний показник ефективності рециклінгу:

- 1) показник екологічної значущості рециклінгу;
- 2) показник відносного об'єму передбачуваного рециклінгу;
- 3) показник економічної ефективності рециклінгу.

Існує кілька форм утилізації відходів, які відрізняються: 1) кількістю стадій, які відходи проходять до того, як їх використають повторно: прямий рециклінг (повторне застосування відразу за прямим призначенням); 2) регенерація (повернення відходів у цикл виробництва після підготовки); 3) рекуперація (витяг із відходів корисних компонентів для їх повторного застосування). Узагальнену схему моніторингу ТПВ та організований рециклінг представлено на рис. 28.



Рисунок 28 - Схема моніторингу твердих побутових відходів

Тема 5: Глобальна система моніторингу навколишнього середовища.

Кліматичний моніторинг

Глобальний моніторинг – це система спостережень за планетарними процесами і явищами, які проходять у біосфері, з метою оцінювання та прогнозування глобальних проблем охорони навколишнього природного середовища. Важливим етапом у виробленні концепції глобальної системи моніторингу навколишнього середовища була Міжурядова нарада з моніторингу в Найробі (1974 р.), де було сформульовано сім основних задач програми глобального моніторингу [20, 34, 49].

Серед головних напрямів глобального моніторингу варто відмітити:

1. Організація розширеної системи попереджень про загрозу здоров'ю.
2. Оцінювання глобального забруднення атмосфери і його впливу на зміни клімату.
3. Оцінювання кількості й розподіл забруднення біологічних систем і харчових ланцюгів.
4. Оцінювання критичних проблем, що виникають внаслідок сільськогосподарської діяльності й землекористування.
5. Оцінювання реакції наземних екосистем на вплив навколишнього середовища.
6. Оцінювання забруднення океану й вплив забруднень на морські екосистеми.
7. Створення вдосконаленої системи попереджень про стихійні лиха в міжнародному масштабі.

Програма глобального моніторингу передбачає систематичне вивчення довкілля за єдиними правилами та уніфікованими методиками на 8 континентальних, 77 базових і 66 біосферних регіональних станціях, розташованих у різних точках Землі. Вона охоплює спостереження, оцінювання і прогнозування змін природних процесів, контролювання енергетичного і теплового балансу Землі, спостереження за рівнями радіації, вуглекислого газу, кисню в тропосфері (частково в гідросфері), глобальним збільшенням фонового забруднення атмосфери, станом Світового океану, змінами клімату, міграційними шляхами тварин.

Сучасна глобальна система моніторингу навколишнього середовища охоплює всі природні зони, а також потенційно-небезпечні щодо забруднення райони, виконуючи такі завдання:

- визначення рівнів окремих критичних забруднювачів у середовищі, аналіз їх розподілу в просторі та змінюваності в часі;
- вивчення розмірів і швидкості потоків забруднюючих речовин, їх перетворень і сполук;
- порівняння методів спостережень та аналізу змін довкілля, що використовуються в різних країнах ;
- забезпечення необхідною для прийняття управлінських рішень глобальною і регіональною інформацією;
- попередження про можливі природні й антропогенні катастрофи.

Основні результати системи глобального моніторингу [63]:

1. У сфері глобального оцінювання деградації ґрунту складаються карти деградації, виділяються зони ризику, відмічаються зони спустелювання, досліджується стан пасовищ тощо;
2. Організовано систему моніторингу покриву тропічного лісу (в Азії і Латинській Америці).
3. У сфері моніторингу водних ресурсів організовано дослідження водного балансу, виділено різні гідрологічні регіони;
4. У сфері моніторингу фоновому стану біосфери проводяться спостереження у 226 біосферних заповідниках 62 країн світу;
5. У сфері моніторингу можливих змін клімату проводяться спостереження за концентрацією CO₂, мутністю атмосфери, озоносфери і льодовиків світу;
6. У сфері моніторингу живих морських ресурсів контролюється вилов риби і оцінюються її запаси, моніторинг забруднення Світового океану;
7. У сфері моніторингу стану наземних екосистем виділені еталонні екосистеми;
8. У сфері моніторингу атмосферного повітря контролюються зміни концентрацій хімічних елементів у повітрі.

Система глобального моніторингу реалізується на імпакті, регіональному, фоновому рівнях, для яких розроблені спеціальні програми.

Імпакті рівень глобального моніторингу полягає у вивченні на локальних територіях критичних забруднень, спричинених одним або кількома джерелами викидів. Об'єктом спостереження може бути потенційно небезпечне підприємство (група підприємств), скиди або викиди якого можуть спричинити глобальне забруднення довкілля.

Регіональний рівень глобального моніторингу охоплює вивчення міграції і трансформації забруднюючих речовин і їх сукупної дії, а також характерних на території певних економічних регіонів. Об'єктом дослідження є довкілля в межах конкретного регіону (економічного району, адміністративної області, країни).

Фоновий рівень глобального моніторингу передбачає фіксацію фоновому стану довкілля з метою подальшого оцінювання рівня антропогенної дії. Спостереження проводять на базі біосферних заповідників, де заборонена будь-яка господарсько-виробнича діяльність і обмежений антропогенний вплив сусідніх територій.

Програми спостережень формують на основі вибору пріоритетних забруднюючих речовин та інтегральних характеристик, використовуючи певну сукупність критеріїв. Ними можуть бути величини фактичного або потенційно можливого впливу забруднюючих речовин на здоров'я людини, стан екосистеми, клімат; здатність забруднюючих речовин зумовлювати деградацію довкілля, накопичення в організмі людини і харчових ланцюгах; здатність забруднюючих речовин утворювати шкідливі і токсичні сполуки; міграційна здатність; фактичні і можливі концентрації забруднювачів у

довкіллі і в організмі людини. Визначення пріоритетних об'єктів під час організації систем моніторингу залежить від його мети та завдань.

Моніторинг здійснюється на таких станціях:

- 1) базові станції (для глобального моніторингу дуже низьких фонових концентрацій, найбільш важливих складових атмосфери);
- 2) регіональні станції (для моніторингу довготривалих змін складу атмосферного повітря, викликаних людською діяльністю);
- 3) регіональні станції з розширеними програмами.

Спостереження проводять за мінімальними та за розширеними програмами. Мінімальна програма на базових станціях містить вимірювання мутності атмосфери, провідності повітря, вмісту CO₂ у повітрі та хімії опадів. На регіональних станціях ця програма містить спостереження за мутністю атмосфери та хімією опадів. Розширена програма містить додаткові спостереження за діоксидом сірки, сірководнем, вмістом загального озону, чадного газу і всіх сполук азоту, важких металів.

Міжнародні програми системи глобального моніторингу [20]. Більшість міжнародних екологічних програм охоплює моніторинг всіх складових довкілля (рис. 29). Оскільки компоненти природного середовища – атмосфера, гідросфера, літосфера, біота – тісно пов'язані між собою, інформація повинна бути комплексною.



Рисунок 29 - Міжнародні програми системи глобального екологічного моніторингу

З 1990 р. здійснюється Міжнародна геосферно-біосферна програма, яка є однією з перш реалізованих, завданням якої є вивчення Землі як цілісної природної системи. На базі широкого використання ГІС/ДЗЗ-технологій відповідно до цієї програми проводяться дослідження в семи ключових напрямках:

1. Закономірності хімічних процесів у глобальній атмосфері та роль біологічних процесів у кругообігах малих газових компонент.
2. Вплив біогеохімічних процесів у світовому океані на клімат і навпаки.

3. Вивчення прибережних екосистем і вплив на них змін у системах землекористування
4. Взаємодію рослинного покриву з фізичними процесами, відповідальними за формування глобального кругообігу води.
5. Вплив глобальних змін клімату на континентальні екосистеми.
6. Палеоекологія, палеоекологічні зміни та їх наслідки.
7. Моделювання земної системи з метою прогнозування її еволюції.

Іншим прикладом програми глобального моніторингу може бути система Environmental Observance System (рис. 29).

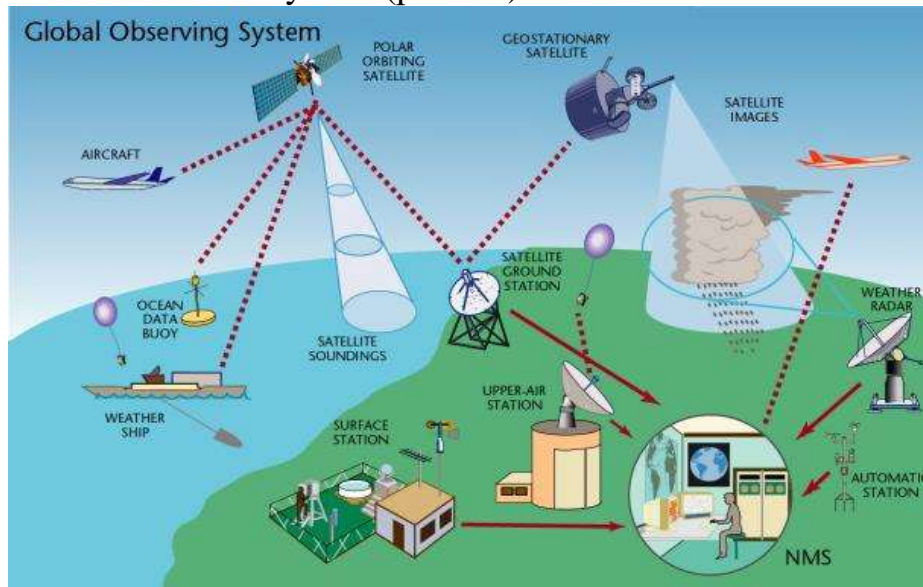


Рисунок 30 - Елементи Глобальної системи спостереження за довкіллям

Глобальні процеси є об'єктом пильної уваги індустриально розвинених країн і міжнародного співробітництва. У рамках загальної угоди між країнами «сімки» (Великобританія, Італія, Канада, США, Франція, Німеччина, Японія) створено Міжнародний комітет із природно-ресурсних супутників (IEOSC). Організацію спостережень здійснюють з урахуванням системного підходу, який в системі глобальний системний моніторинг навколишнього середовища одержав назву «всебічний аналіз навколишнього природного середовища».

Пріоритетні фактори, що їх враховують при організації глобального системного моніторингу навколишнього середовища:

- 1) інформація про джерела забруднення (з урахуванням регіонів);
- 2) характеристика забруднюючих речовин (токсичність, здатність до осадження);
- 3) гідрометеорологічні дані;
- 4) результати попередніх спостережень за станом середовища;
- 5) дані про рівні забруднення природних середовищ у суміжних країнах;
- 6) дані про трансграничні перенесення домішок.

Отже, система глобального моніторингу є інформаційною основою системи управління природоохоронною діяльністю.

Кліматичний моніторинг – це система спостережень, оцінювання й прогнозування зміни клімату. Глобальна система спостереження за кліматом (GCOS) заснована на координації існуючих і запланованих оперативних систем спостережень і дослідницьких програм для спостереження глобального клімату. GCOS було створено в 1992 р. після підписання Меморандуму про взаєморозуміння між ВМО, МОК ЮНЕСКО, ЮНЕП та МССУ. GCOS є результатом Другої Всесвітньої кліматичної конференції в 1990 р., щоб забезпечити отримання спостережень та інформації, необхідних для вирішення проблем, пов'язаних із кліматом, та їх надання всім потенційним користувачам. Кліматичний моніторинг здійснюється за допомогою метеорологічних служб, які складаються з наземних та супутникових підсистем. Для вивчення змін і коливань клімату необхідні дані про стан кліматичної системи «атмосфера-океан-поверхня суші (з річками й озерами)-літосфера-біота» і взаємодію елементів цієї системи за тривалий час. Для з'ясування антропогенних змін і коливань клімату необхідно якісно аналізувати природну зміну клімату. Збирання даних про клімат минулого також можна віднести до кліматичного моніторингу – для цього необхідно утворити систему збирання й вивчення копалин про можливі коливання і зміни клімату за останні сторіччя, тисячоліття (аналіз кілець деревини, донних відкладів).

Для якісного оцінювання антропогенних змін клімату, необхідно дослідити вплив змін характеристик підстилаючої поверхні за рахунок антропогенного впливу (будівництво великих гідротехнічних споруд, зміна площ лісових насаджень, будівництво міст). Необхідно знати також антропогенні зміни складу та оптичних властивостей атмосфери (за рахунок викиду аерозольних часток і різноманітних газових домішок), можливий вплив інтенсивних теплових викидів.

Найбільш важливими завданнями кліматичного моніторингу є:

1. Збирання даних про стан кліматичної системи;
2. Аналіз і оцінювання природних та антропогенних змін і коливань клімату (порівняння клімату минулого з сучасним);
3. Зміна стану кліматичної системи взагалі;
4. Виділення антропогенних ефектів в змінах клімату;
5. Виявлення природних та антропогенних факторів, що впливають на зміну клімату;
6. Виявлення критичних елементів біосфери, вплив на які може призвести до кліматичних змін.

Основні розділи:

1. Вимірювання основних метеорологічних параметрів, аналіз атмосферних явищ і процесів, які характеризують зміни погоди;
2. Моніторинг стану кліматичної системи (реакція кліматичної системи та її елементів на будь-які природні та антропогенні зміни);
3. Моніторинг внутрішніх та зовнішніх факторів (особливо антропогенних факторів), які впливають на клімат; моніторинг джерел цих забруднень;

4. Моніторинг можливих фізичних і екологічних змін в довкілля в результаті кліматичних змін і коливань.

Всі основні кліматичні дані та інформацію, яка необхідна для аналізу змін клімату, згруповані в чотири розділи [31].

До першого розділу відносять: вимірювання температури повітря, атмосферного тиску, вологості повітря, швидкості та напрямку вітру, інтенсивності опадів. Ці дані отримують національні метеорологічні служби з відповідних станцій. В цей розділ необхідно включити отримання гідрологічних даних, даних про сніговий покрив, вологість ґрунту, глибину промерзання ґрунту та деяких інших. Всі ці дані отримують як на метеорологічних, так і на гідрологічних станціях і постах. На даний час у світі функціонує 40 000 кліматологічних і 140 000 дощомірних станцій.

Другий розділ кліматичного моніторингу – це моніторинг стану кліматичної системи. Він охоплює всю біосферу таким чином, щоб була можливість виділити саме ті ефекти, які безпосередньо стосуються антропогенних змін клімату. Сюди відносять моніторинг кліматоутворювальних факторів, а також величин, які характеризують реакцію кліматичної системи та її елементів на різні дії, головним чином, антропогенні. Необхідним є отримання даних про стан підстилаючої поверхні, яка характеризує альbedo поверхні, моніторинг енерго- і масообміну між атмосферою та підстилаючою поверхнею, вивчення водного балансу в широкому масштабі та його вплив на зміну клімату. Всі ці фактори є кліматоутворювальними, а зміна їх свідчить про реакцію елементів кліматичної системи на вплив.

Третій розділ об'єднує моніторинг факторів, що впливають на стан кліматичної системи й клімату, та джерел факторів впливу. Загалом, вказані фактори можна поділити на зовнішні та внутрішні, а джерела внутрішніх факторів – на природні та антропогенні. До зовнішніх факторів впливу віднесені фактори, обумовлені впливом Сонця і космічним випромінюванням. Інтенсивність зовнішніх факторів впливу залежить від сонячної активності, параметрів орбіти Землі, швидкості обертання Землі. Ефекти впливу визначаються інтенсивністю факторів впливу, властивостями та складом атмосфери Землі, властивостями земної поверхні (альbedo земної поверхні). До внутрішніх факторів, які впливають на клімат і кліматичну систему, віднесені теплові викиди та викиди різних речовин в біосферу або перерозподіл їх між різними середовищами – природні (виверження вулканів) та антропогенні. Ці фактори призводять до зміни властивостей кліматичної системи – змінюється альbedo підстилаючої поверхні й атмосфери, тепло- та газообмін підстилаючої поверхні з атмосферою.

До четвертого розділу кліматичного моніторингу належить моніторинг наслідків кліматичних змін і коливань. Зміни і коливання клімату можуть суттєво вплинути на стан біосфери і, в зв'язку з цим, на господарську діяльність людини. Зміни, які виникли в елементах кліматичної системи, екологічні наслідки змін клімату є чутливими показниками самого фактора змін (або коливань клімату). Найбільш чутливими до змін клімату є елементи

біосфери, які розташовані в полярних широтах, в засушливих місцях, екосистеми пустельних зон, екосистеми, розташовані високо в горах, льодовики гір. Такі характеристики змін в біосфері називають непрямими показниками змін клімату. До непрямих показників відносять: зміни рівня моря, озера, зміни розташування берегової лінії, зміни річкових шарів донних відкладень озер, зміни снігової лінії та ін.

Пріоритетність у виборі величин і факторів при організації кліматичного моніторингу та точність вимірювань визначаються конкретними завданнями, для яких необхідна отримувана інформація. Вибір величин, необхідних для вирішення різних завдань, вимоги до точності цих вимірювань повинні визначатись для кожного напрямку діяльності людини з врахуванням її специфіки, технічного рівня і місцевих особливостей. Ця робота проводиться національними метеорологічними службами. Вибір величин і визначення серед них пріоритетності є важливим завданням для моделювання клімату.

Найвагомішими антропогенними причинами зміни клімату є:

1. збільшення вмісту в атмосфері CO₂ та інших газових домішок, які поглинають випромінювання та впливають на озоносферу Землі;
2. додаткове надходження антропогенного тепла;
3. викид в атмосферу часток речовин, які формують шари стратосферних та тропосферних аерозолів.

Для виявлення антропогенних змін клімату необхідно виділити елементи, що найбільше відчують антропогенний вплив: деякі компоненти радіаційного балансу, прозорість атмосфери, вміст в атмосфері різних газових домішок тощо.

Супутниковий кліматичний моніторинг [31]. Основними напрямками функціонування супутникових систем є: 1. Вимірювання метеорологічних параметрів та отримання інших даних, в місцях, де є наземні станції. 2. Вимірювання метеорологічних параметрів у важкодоступних районах. 3. Вимірювання величин і факторів, важкодоступних або не підлягаючих визначенню з поверхні землі. 4. Використання супутників для оперативної передачі даних. З іншого боку, найбільш важливими і пріоритетними з точки зору забезпечення виконання поставлених завдань супутникового моніторингу є: отримання основних кліматичних даних; визначення характеристик кліматичної системи і факторів впливу на неї; виділення антропогенних дій та ефектів кліматичних змін. Найактуальнішим завданням на сьогодні є організація такої системи моніторингу, за допомогою якої стало б можливим надійне виділення антропогенних та інших ефектів і впливів, пов'язаних з найбільшим впливом на клімат та його зміни.

Тема 6: Біотичний моніторинг. Біоіндикація та біотестування

Біотичний моніторинг – це контроль поточного стану біологічної складової (біоти) екосистем, що передбачає реєстрацію відгуків біоти на антропогенні забруднення та аналіз сукупності впливів життєдіяльності одних організмів на екологічні чинники.

Основними методами біотичного моніторингу є біоіндикація та біотестування. Багато організмів є чутливими до різних абіотичних та біотичних факторів середовища і можуть існувати лише в певних, часто дуже обмежених границях зміни цих факторів. Біологічні методи дають змогу отримувати дані щодо безпосередньої реакції організмів, угруповань та екосистем на природні та антропогенні чинники, оскільки біота реагує навіть на незначні зміни зовнішніх умов [9].

Існує декілька підходів класифікації біоіндикаторів та критерії їх вибору. Зокрема, класифікація, яка базується на реактивності системи, за відхилення від норми умов середовища виділяє аккумулятивні та чутливі біоіндикатори. Аккумулятивні біоіндикатори – не мають високої реактивності та чутливості до змін, як правило, до таких біоіндикаторів можна віднести зміну в біоценотичних процесах лісу. Чутливі біоіндикатори мають значне відхилення функцій, ознак, структур тощо від норми.

З іншої точки зору, біоіндикатори поділяють на специфічні (наявність характерної реакції на певний тип стресу) та неспецифічні (однотипна реакція на один або декілька стресорів). Залежно від напрямку реактивності біоіндикатори поділяють на позитивні (збільшення кількісних характеристик параметра за наростання стресу) та негативні (зменшення кількісних характеристик параметра за наростання стресу). Оцінка ознак біоіндикатора дозволила їх класифікувати на комплексні (аналіз системи біоіндикаційних ознак) та одиничні (аналіз лише одної ознаки або параметра). Також запропоновано поділ біоіндикаторів на непрямі (реакція через систему опосередкованих реакцій) та прямі (безпосередня реакція біологічної системи на антропогенний чинник) [9, 19].

Існує також поділ індикаторів на попереджувальні (швидко реагують на будь-які зміни) та діагностичні (відображають лише специфіку змін та можливість розкрити причини реакції); активні (виявлення певних ознак будови) та пасивні (виявлення певних ознак функціонування), які в свою чергу поділяють на мікроскопічні та макроскопічні.

Залежно від індикаторних ознак та задач біодіагностики виділяють класифікацію індикаторів [9, 19]:

Група А. Екосистемні індикатори: 1) індикатори попередження – чутливі види, які в змінених умовах є швидкоактивними; 2) детектори – види, які знаходяться в типових умовах, при дії антропогенного чинника реагують змінами в структурах популяцій (наприклад, індикаторні типи лісу); 3) ключові індикатори – види, індикаторні ознаки яких використовують для прогнозу змін стійкості, стану лісової екосистеми (наприклад, консорції); 4) індикатори значної деградації – види, які знаходяться в категорії «загрозливі» (наприклад, види Червоної книги України).

Група Б. Факторні індикатори: 5) індикатори-користувачі – види, які збільшують щільність популяції за порушення умов середовища (наприклад, рудеральні види); 6) акумулятори – види, які накопичують забруднюючі речовини у власному тілі (наприклад, мікобіота, ліхенобіота); 7) індикатори дослідів – види, які використовують як лабораторні реагенти.

Група С. Індикатори здоров'я: 8) об'єкти оцінки асиметрії – види, які індукують рівень асиметрії морфологічних ознак за впливу антропогенних чинників; 9) об'єкти успішності росту – види, ознаки яких відображають дефіцит нормальних умов для розвитку.

Індикатори групи А – індикатори біотичного різноманіття; Б – біотичні індикатори, за якими оцінюють вплив на індикат.

Запропоновано вісім рівнів індикації: наявність або відсутність певних таксонів; співвідношення між класами організмів; концентрація хімічних сполук в організмах; співвідношення організмів різних таксонів на певних трофічних рівнях; оцінка процесів розвитку екосистеми у часі; характеристика складних індикаторів розвитку екосистеми (продуктивність, стійкість, консорції тощо); холістичні показники цілісності; термодинамічні показники.

Ключовими вимогами до індикаторів є: відповідність індиката індикатору; наявність причинно-наслідкових зв'язків між ними; висока реактивність отриманих даних; адекватні просторово-часові шкали; високий рівень репрезентативності вихідних даних; можливість порівняння з іншими наборами індикаторів; статистична перевірка отриманих даних тощо. Важливими принципами для вибору індикаторів є: простота, наукова ймовірність, технічна досяжність, попереджувальна здатність, просторове висвітлення та гнучкість. Існує декілька варіантів критеріїв вибору таксонів для біодіагностики.

Переваги безхребетних як індикаторів: їх легко збирати та ідентифікувати; можна знайти та спостерігати неозброєним оком. Недоліки безхребетних як індикаторів: сезонні варіації можуть заважати порівнянню зразків, що зібрані у різні сезони; дрейф у потоках може принести безхребетних туди, де вони нормально не існують.

Переваги риб як біоіндикаторів: риби є індикаторами довготривалих ефектів; вони представляють велику різноманітність трофічних рівнів; їх легко збирати та ідентифікувати; вимоги до навколишнього середовища, історія життя та розподіл добре відомі для всіх видів; деякі види риб (лосось, форель) менш толерантні до забруднень, ніж інші; донні риби більш толерантні до забруднень, оскільки вони адаптовані до меншого споживання кисню; хижаки (наприклад, щука) чутливі до каламутності води; масова загибель риби свідчить про вичерпання кисню, наявність нафти, токсичних бактерій або планктону, хімічного забруднення. Недоліки риб як біоіндикаторів: рухливість та міграція призводить до помилок у визначенні місцезнаходження джерел забруднення; моніторинг лише одного виду обмежує інформацію, яку може надати аналіз угруповання; риби не так чутливі до забруднень, як безхребетні; моніторинг лише риб не забезпечує аналіз стану екосистеми в цілому.

Рослини як біоіндикатори: відомо, що сільськогосподарські бур'яни проростають на ґрунтах певної якості. Так, *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br. трапляється лише на кислих ґрунтах, тоді як *Mercurialis annua* L. – на основних. Діагностичними показниками стану хвойних дерев можуть бути

обрані середня висота та діаметр дерев, річний приріст паростків, радіальний приріст деревини стовбура, віковий склад і вага хвої, надземна біомаса середнього дерева, вміст забруднень у хвої.

В системі контролю стану природних середовищ і екосистем важливу і самостійну роль грає також біотестування. Біотестування широко застосовують для контролю якості природних та токсичності стічних вод, при проведенні екологічної експертизи нових технологій очищення стоків, при обґрунтуванні нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих компонентів [19].

Застосування біотестування має ряд переваг перед фізико-хімічним аналізом: не завжди вдається виявити нестійкі сполуки або кількісно визначити ультрамалі концентрації екоотоксикантів фізико-хімічним методом. Іноді хімічний аналіз не виявляє наявності токсикантів, в той час як використання тест-об'єктів свідчить про їх присутність у дослідному середовищі. Обмеженість хімічних методів аналізу полягає у не врахуванні синергізму забруднювачів, абсорбцію ґрунтовими колоїдами та взаємодію із гуміновими кислотами. Біотестування дає можливість отримати інтегральну оцінку токсичності. У біотестах відображається інтеграція ефектів синергізму, тому їх застосування рекомендується для оцінки екологічного ризику забрудненого ґрунту. У біотестуванні основним параметром оцінки забруднення виступає не концентрація поллютанта, а реакція та відповідь живого організму. Цей метод дозволяє оцінити забруднення по відношенню до біотичних компонентів екосистеми.

На відміну від біоіндикаторів (однією з головних вимог до яких є толерантність), тест-об'єкти звичайно обирають серед видів, найбільш чутливих до забруднюючих компонентів. По-друге, вплив токсиканта на тест-об'єкт повинний викликати у відповідь реакцію, аналогічну або близьку до реакцій лабораторних тварин. Знання механізмів специфічної токсичної дії дозволяє послабити або підсилити дію токсиканта за допомогою спеціально підібраних фармакологічних засобів. Якщо останні володіють селективністю, то у ряді випадків стає можливим за допомогою тест-об'єктів не тільки виявити токсичний ефект, але й виконати групову ідентифікацію токсиканта. Посилення дії за допомогою фармакологічних засобів дозволяє знизити поріг виявлення токсиканта, не концентруючи його (прийом, звичайний при інструментальному фізико-хімічному аналізі домішок). Методи біотестування широкого використовуються при проведенні моніторингу складових довкілля.

Бактерії як тест-об'єкти. Тест-функції: інтенсивність розмноження; біолюмінесценція; активність окислювальних ферментів; проникність мембрани; механічна міцність.

Макроміцети як тест-об'єкти. Тест-функцією служить ростова реакція.

Водорості як тест-об'єкти. Тест-функції: інтенсивність розмноження, рухлива активність, іммобілізація клітин, біоелектричні реакція, фотосинтетична активність клітин, проникність мембрани.

Безхребетні як тест-об'єкти. Тест-функції: виживаність, інтенсивність дихання та серцебиття, поведінкова реакція.

Риби як тест-об'єкти. Тест-функції: поведінкова реакція, рухлива активність, інтенсивність дихання та серцебиття, зміна пігментації шкіри.

Тема 7: Лісовий моніторинг

На Конференції з навколишнього середовища в Ріо-де-Жанейро (1992 р.) була підкреслена глобальна роль лісів. Україна, підписавши основні документи цієї Конференції, взяла на себе зобов'язання керуватися принципами збалансованого розвитку лісів і збереження біологічного різноманіття. Відповідно до цих зобов'язань було підготовлено і прийнято постанову Кабінету міністрів України від 26 листопада 1993 р. «Про створення державної системи екологічного моніторингу». У цьому документі була визнана необхідність розробки та впровадження системи моніторингу лісів, яка повинна стати складовою частиною загального екологічного моніторингу. Впровадження лісового моніторингу покладено на територіальні органи управління лісовим господарством, головні управління лісового та мисливського господарства в областях, УкрНДЛГА ім. В. Г. Висоцького. Відповідно до Лісового кодексу України було намічено розвиток моніторингу лісів з метою організації системи спостережень, оцінки, прогнозу стану і динаміки лісового фонду для здійснення державного управління в галузі використання, охорони, захисту та відтворення лісів, а також посилення їх екологічних функцій.

Основна мета ведення лісового моніторингу – інформаційне забезпечення органів управління лісовим господарством оперативною і точною інформацією про стан і зміни, що відбуваються в лісовому фонді, необхідної для підтримання сталого розвитку лісового сектора економіки. Лісовий моніторинг розглядається як сучасна інформаційна технологія реєстрації поточних змін стану лісового фонду, викликаних природними і техногенними впливами на ліси, що використовує новітні методи збору та аналізу інформації і реалізується в рамках спеціалізованих структур, підвідомчих органам управління лісовим господарством. Лісовий моніторинг забезпечує реєстрацію і оцінку поточних змін стану лісів. В основі цієї оцінки лежать: дані державного обліку лісового фонду, державного лісового кадастру та базового лісовпорядкування; дані реєстрації лісогосподарської діяльності; відомості, отримані при веденні загального нагляду за станом лісів і при проведенні спеціальних обстежень і спостережень [33].

Лісовий моніторинг відображає весь комплекс факторів, що впливають на стан лісів. Мається на увазі не тільки санітарний та лісопатологічний стан, а й їх ресурсна, економічна та екологічна оцінка. Комплексний підхід дозволяє зібрати великий масив актуальних даних і на цій основі створити достовірні карти, що характеризують стан лісів, використовувати отримані результати в процесах ведення державного лісового кадастру, комплексного

обліку та оцінювання природних ресурсів, управління лісокористуванням, природоохоронними територіями тощо.

Відповідно до сучасної концепції супутникового моніторингу лісів виділяють різні рівні спостережень. Вони розрізняються за функціональними завданнями, територіальним охопленням, призначенням, за вимогами до просторової і тематичної детальності одержуваної інформації. За територіальним охопленням розрізняють глобальний, національний, регіональний, місцевий (районна, сільська, селищна, міська ради), локальний (парк, урочище, лісовий масив) рівні моніторингу.

За методами спостереження лісовий моніторинг поділяється на геоінформаційний (створення електронних карт) та картографічний (створення традиційних карт, планів, абрисів та схем).

За призначенням виділяють такі види моніторингу: загальний (стандартний) – здійснюється за множиною основних показників для всієї території; науковий (фоновий) – проводиться за множиною багатьох показників з дослідницькою метою (наприклад, в заповідниках); спеціальний (оперативно-кризовий) – за визначеним набором показників на певну або ж усю територію (наприклад, для оцінювання пожежонебезпеки, стану розвитку певних надзвичайних подій).

За видами спостережень розрізняють дистанційний, геодезичний, комбінований моніторинг. За частотою спостережень бувають безперервний (під час пожежонебезпечного сезону, на потенційно небезпечних ділянках), систематичний (виконується за спеціальним планом і правилами), періодичний (визначення межі снігового покриву, фенологічного стану лісів) види моніторингу.

Функціональні завдання моніторингу лісів можна об'єднати у такі вісім груп:

1. Охорона лісів від пожеж.
2. Контроль за санітарно лісопатологічним станом лісів.
3. Спостереження за територіями, забрудненими радіонуклідами.
4. Стеження за порядком лісокористування і лісовідновленням.
5. Спостереження за станом і динамікою лісів, деревної та чагарникової рослинності на землях, які не входять до лісового фонду.
6. Стеження за станом і динамікою деревної і чагарникової рослинності на землях сільгоспстворень, які не входять до лісового фонду.
7. Оцінювання стану лісових екосистем та лісового покриву.
8. Актуалізація даних про вивченість лісів.

Вирішення означених завдань можливе лише за умови поєднання всіх видів спостережень і вимірювань, головні з яких – дистанційні. Основні етапи моніторингу лісів з використанням аерокосмічної інформації: отримання та попереднє оброблення аерокосмічної інформації; отримання і нагромадження наземної інформації, яка стосується лісотехнічних характеристик; одночасне оброблення аерокосмічної та наземної інформації; аналізування результатів та прогнозування перекласифікація видів

моніторингу лісів спектрів розвитку лісів, зокрема і наслідків лісогосподарської діяльності.

Дистанційні спостереження з космічних і повітряних літальних апаратів можуть здійснюватися як у ході знімачів в оптичному і радіодіапазонах, так і шляхом візуальних спостережень. Наразі аеровізуальні спостереження найширше застосовуються при охороні лісів від пожеж для патрулювання території та виявлення лісових пожеж і спостереження за їх динамікою.

Тема 8: Агроекологічний моніторинг

Агроекологічний моніторинг – складова загальнодержавної системи екологічного моніторингу, яка забезпечує спостереження за станом агроєкосистем у процесі інтенсивної сільськогосподарської діяльності [48].

До завдань агроекологічного моніторингу відносяться:

1. організація спостережень за станом агроєкосистем;
2. отримання та оцінювання системної інформації за регламентованим набором показників, що характеризують стан основних компонентів агроєкосистеми;
3. прогнозування можливих змін стану агроєкосистеми;
4. розробка науковообґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації ефективності агроєкосистем, а також для попередження екстремальних ситуацій та обґрунтування шляхів виходу з них.

Агроекологічний моніторинг має одночасно досліджувати всі компоненти агроєкосистеми: атмосфера-грунт-вода-рослина-тварина-гриб-людина за гідрометеорологічними, агрохімічними та мікробіологічними показниками.

В агроекологічному моніторингу виділяють дві взаємопов'язані інформаційні підсистеми – наукову і виробничу. Науковою підсистемою є агроекологічний моніторинг, який здійснюється на ділянках довготривалих дослідів, постійних ділянках спостережень і реперних точках. При відповідному оснащенні сучасним інструментальним обладнанням дана підсистема дозволяє проводити фундаментальні дослідження з широкого спектра агроекологічних питань. Виробнича підсистема включає суцільний моніторинг всіх сільськогосподарських площ за порівняно невеликим набором показників з періодичністю 5–15 років.

Агроекологічний моніторинг охоплює весь спектр систем землеробства:

- з інтенсивним землеробством, що забезпечує максимальну для даних умов продуктивність сівозмін на основі використання прогресивних технологій обробітку ґрунту та догляду за сільськогосподарськими культурами;

- з використанням інтегрованих систем добрив і засобів захисту рослин, що забезпечують високу продуктивність на основі низьких та середніх доз добрив і способів хімічного захисту рослин з урахуванням екологічних порогів шкідливості;

- з біологічним способом ведення землеробства (використання лише органічних добрив, проміжних культур, заорювання соломи тощо) при використанні сівозмін з достатнім вмістом бобових, на основі біологічної і агротехнічної систем захисту рослин;

- з екстенсивним способом ведення землеробства, що відображає сучасну природну родючість ґрунтів даної зони.

Локальний агроекологічний моніторинг включає: систематичні спостереження за станом агроecosистем під впливом інтенсивного застосування засобів хімізації; оцінювання і прогнозування змін стану агроecosистем в залежності від техногенного навантаження; оцінювання високоефективних екологічно безпечних технологічних прийомів у землеробстві.

Суцільний агроекологічний моніторинг періодично (через 5–15 років) здійснює комплексний аналіз ґрунтового середовища (рН, вміст гумусу, еродованість, засоленість, вміст активних форм азоту, фосфору і калію). За даними цих обстежень складають ґрунтові та агрохімічні описи, в яких дають всебічну характеристику землекористування господарств та рекомендації з його поліпшення. При проведенні таких обстежень виявляють антропогенні, ерозійні та інші зміни властивостей ґрунтів і стану ґрунтового покриву. При суцільному агроекологічному моніторингу передбачають також щорічне комплексне мінеральне живлення на основних етапах органогенезу.

Для проведення моніторингу на типових за ґрунтовим покривом полях з різною інтенсивністю хімічних навантажень виділяють стаціонарні ділянки, на яких вивчають динаміку широкого набору показників, що є основою для подальшого екологічного оцінювання технологій, що застосовуються. Фонові майданчики організують на найближчих ґрунтових аналогах, що не зазнають антропогенного впливу.

Комплексна агроекологічна інформація, яка є результатом тривалих і короткострокових дослідів, що входять у систему суцільного й локального агроекологічного моніторингу, включає широкий набір кількісних і якісних характеристик, що всебічно описують рослини й середовище їхнього перебування. Повноцінна її систематизація, обробка й аналіз, ефективно й оперативне використання для рішення різних завдань можливі при організації впорядкованих інформаційних потоків у вигляді баз або банків даних. Необхідна формалізація експериментального матеріалу, що, у свою чергу, вимагає проведення класифікації інформації й подання її в досить уніфікованих формах, що легко модифікуються. Досліди, проведені в рамках полігонного моніторингу, об'єктивно ділять на короткострокові й тривалі.

База даних полігонного моніторингу включає наступні предметні розділи: каталоги дослідів; опис короткострокових дослідів; опис тривалих дослідів; матеріали спостережень на полігонах з автоматизованими системами контролю. Паспорт короткострокового дослідів містить найменування культури, рік обліку, адресність дослідів із вказівкою ґрунтово-кліматичної зони й особливостей рельєфу, докладний опис типу й підтипу

грунту й генетичних умов його утворення. Якщо дослід багатofакторний (різні сорти або норми висіву), то по кожному фактору складають окремий звіт. У базі даних зосереджують також відомості про фенологічні спостереження, стан рослин у процесі онтогенезу, фітосанітарну обстановку.

Схема формування бази даних передбачає накопичення інформації про агрофізичний і агрохімічний стан дослідних ділянок, вміст токсичних речовин. У базі даних урожай враховують по основній і побічній продукції, представляють результати хімічного аналізу основної й побічної продукції за елементним складом. Розділ тривалих дослідів містить докладний опис результатів досліджень у стаціонарах. Умовно в ньому можна виділити три основних підрозділи: паспорт тривалого дослідів; інформація з дослідних полів, сівозмін, а також щорічна інформація. Паспорт тривалого дослідів додатково до паспортних даних короткострокового дослідів включає матеріали, що характеризують просторово-тимчасові особливості досліджуваної системи сівозміни. Необхідність розрахунку продуктивності сівозміни обумовлює переведення даних по обліку урожаю основної й побічної продукції в зернові й кормові одиниці в автоматичному режимі. Оскільки всі наступні спостереження за зміною вмісту елементів у рослинах даються в перерахуванні на абсолютно суху речовину, дані урожайності в обов'язковому порядку доповнюють відомостями про вміст сухої речовини. Це дозволяє проводити комплексну оцінку впливу досліджуваних факторів у часі й у просторі.

Програма агроекологічного моніторингу передбачає:

- ✓ визначення втрат ґрунту за рахунок водної і вітрової ерозії;
- ✓ визначення кислотності, лужності та водно-сольового балансу фунтів;
- ✓ виявлення регіонів з порушеним балансом основних елементів живлення рослин, зокрема, доступних форм азоту і фосфору;
- ✓ визначення рівнів забруднення фунтів важкими металами, пестицидами, детергентами і побутовими відходами.

Різноманіття природних умов і антропогенних чинників зумовлюють необхідність розробки диференційованих програм агроекологічного моніторингу.

Початковий етап дозволяє оцінити актуальний стан ґрунтового покриву. Стаціонарна форма агроекологічного моніторингу (другий рівень) реалізується за розширеною програмою комплексних досліджень параметрів ґрунтів, водно-сольових режимів та балансів, геохімічної міграції елементів. Скорочена форма (третьій рівень) агроекологічного моніторингу реалізується за скороченою програмою в процесі маршрутних обстежень заздалегідь визначених ділянок або маршрутів. При цьому основну увагу приділяють репрезентативним діагностичним показникам, що найбільш динамічно змінюються в часі (кислотність, окислювально-відновлювальний потенціал, щільність та структурний стан фунту, вбирна ємність тощо).

Набір показників для еколого-токсикологічного оцінювання визначається з урахуванням ґрунтово-кліматичних характеристик регіону,

можливостей забруднення агроєкосистем викидами близько розташованих джерел забруднень, а також технології вирощування сільськогосподарських культур. Обов'язковим є проведення початкового хімічного аналізу стану поверхневих і ґрунтових вод, ґрунтів (забруднення біогенними елементами та сполуками Cl, P, Se, B, Dr, As, NO₃, важкими металами Be, Mn, Zn, Pb, Cd, Cr, Co, Mo, Ni, Hg, V, Sn, алишками пестицидів, бензапіреном, діоксинами).

Система агроєкологічного моніторингу поширюється на весь агропромисловий комплекс, на всі його підсистеми, пов'язані з виробництвом, переробкою й зберіганням продукції, матеріально-технічним обслуговуванням тощо. Тільки в цьому випадку концепція екологізації сільського господарства отримає реальну й надійну основу для повноцінного практичного втілення.

Тема 9: Особливості проведення соціально-екологічного моніторингу.

Доступ громадськості до інформації екологічного спрямування

Соціально-екологічний моніторинг – комплексна система синергічного поєднання елементів екологічного та соціального моніторингу. Відповідно до положень Орхуської конвенції, яку Україна підписала у 1998 р., соціально-екологічний моніторинг має важливе місце в загальній державній системі моніторингу довкілля.

Принципами соціально-екологічного моніторингу є [10, 29, 46]:

✓ комплексність – одночасний контроль за всіма групами показників, які відображають найбільш суттєві особливості варіативності екосистем;

✓ безперервність – передбачає періодичність спостережень кожного соціально-екологічного показника з урахуванням можливих темпів і інтенсивності його змін;

✓ системність досліджень, тобто одночасне дослідження блоку компонентів;

✓ достовірність досліджень;

✓ одночасність спостережень за системою об'єктів.

Об'єктами соціально-екологічного моніторингу є:

1. стан і динаміка екологічної безпеки на території держави;
2. стан і динаміка розвитку екологічної освіти і культури населення;
3. стан і динаміка змін соціально-економічних умов у регіонах і країні;
4. стан і динаміка трудових ресурсів у межах досліджуваної території;
5. стан і динаміка медико-екологічних умов проживання населення;
6. стан і динаміка демографічних процесів на території досліджень;
7. стан діяльності громадських екологічних організацій;
8. стан екологічної політики і екологічного управління.

Мета соціально-екологічного моніторингу – формування наукової методології дослідження системи агросфери для підвищення якості життя населення на основі збереження й відновлення її природно-ресурсного соціо-економіко-екологічного потенціалу, життєзабезпечення і захисту у соціо-сприятливому, економічно ефективному й еколого безпечному стані для задоволення потреб нинішнього покоління і його нащадків.

Завдання: регулярні, оперативні спостереження за соціо-економіко-екологічним станом і розвитком наземних та водних екосистем, агроекосистем, соціоекосистем агросфери; формування геоінформаційних банків даних системного аналізу якості соціо-економіко-екологічного стану і потенціалу сталого розвитку агросфери; комплексне соціо-економіко-екологічне оцінювання територій, об'єктів виробничої, соціально-побутової, рекреаційної та агротуристичної діяльності; контроль, передбачення і запобігання ризикам та виникнення небезпек, які обмежують або загрожують ефективному соціо-економічному, еколого-безпечному агровиробничому рівню функціонування наземних і водних екосистем, безпеки життя в агросфері; стратегічне і поліваріантне прогнозування і моделювання потенційно можливих сценаріїв перспективного розвитку сільськогосподарських територій, різного рівня системно-функціональної організації агроекосистем; управління, технологічного й інформаційно-програмного забезпечення сталого розвитку агросфери; забезпечення якості життя, соціальних і екологічних стандартів в агросфері тощо.

Види соціально-екологічного моніторингу:

- виробничо-господарський – структурно-функціональний для дослідження конкурентоздатності і спроможності, ефективності, раціональності, оптимальності організації виробничих і господарських структур;
- географічно-просторовий – геосистемний за системно-структурною організацією (мережевий, інформаційний, адміністративно-територіальний для спостереження за геопросторовими системами);
- суспільно-історичний – генезисний за епохами та етапами розвитку (динамічний для еволюційних часових досліджень історичного розвитку цивілізації);
- природно-антропогенний – взаємно-експлуатаційний для встановлення інтенсивності впливу природних і антропогенних чинників;
- природно-ресурсний – вихідна, потенціальна і ефективна спроможність для спостереження за станом і розвитком екосистем;
- екосистемний – оцінка наземних і водних природних та антропогенно змінених екосистем для дослідження систем різного рівня організації і поширення;
- галузевий – спеціалізований для діагностування ефективності господарювання галузей;
- геополітичний – організаційно-управлінський для встановлення значущості геополітичних рішень у перспективному суспільному розвитку;
- науково-інноваційний – експертний для стандартизації досліджень та формування експертних заключень;
- культурологічний – соціально-побутовий, етнографічний для досліджень культурних взаємин.

Соціально-екологічний моніторинг, разом із громадськими природоохоронними організаціями, може виконувати такі функції: підвищення ефективності екологічного контролю та інформування населення

про екологічний стан довкілля й надзвичайні ситуації; спостереження за об'єктами на місцях, які не досить повно вивчаються у процесі державного моніторингу довкілля; допомога у розвитку екологічної освіти, просвіти і культури; сприяння координації зусиль всіх верств населення [29, 46].

Інформація про стан довкілля – це будь-яка інформація в письмовій, аудіовізуальній, електронній чи іншій матеріальній формі про:

- стан довкілля чи його об'єктів – землі, вод, надр, атмосферного повітря, рослинного і тваринного світу та рівні їх забруднення;

- біологічне різноманіття і його компоненти, включаючи генетично видозмінені організми та їх взаємодію із об'єктами довкілля;

- джерела, фактори, матеріали, речовини, продукцію, енергію, фізичні фактори (шум, вібрацію, електромагнітне випромінювання, радіацію), які впливають або можуть вплинути на стан навколишнього середовища та здоров'я людей;

- загрозу виникнення і причини надзвичайних екологічних ситуацій, результати ліквідації цих явищ, рекомендації щодо заходів, спрямованих на зменшення їх негативного впливу на природні об'єкти та здоров'я людей;

- екологічні прогнози, плани і програми, заходи, в тому числі адміністративні, державну екологічну політику, законодавство про охорону навколишнього природного середовища;

- витрати, пов'язані із здійсненням природоохоронних заходів за рахунок фондів охорони навколишнього природного середовища, економічний аналіз, проведений у процесі прийняття рішень з питань, що стосуються довкілля.

Згідно з Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» екологічне інформаційне забезпечення здійснюється органами державної влади та органами місцевого самоврядування в межах їх компетенції через засоби масової інформації про результати проведення моніторингу довкілля. Відповідно до ч. 2, 4 ст. 13 Закону України «Про доступ до публічної інформації», до розпорядників інформації, зобов'язаних оприлюднювати та надавати за запитами інформацію суб'єкти господарювання, які володіють: інформацією про стан довкілля; інформацією про якість харчових продуктів і предметів побуту; інформацією про аварії, катастрофи, небезпечні природні явища та інші надзвичайні події, що сталися або можуть статися і загрожують здоров'ю та безпеці громадян; іншою інформацією, що становить суспільний інтерес (суспільно необхідною інформацією). Відповідно до ч. 3 ст. 13 Закону України «Про інформацію», інформація про стан довкілля, крім інформації про місце розташування військових об'єктів, не може бути віднесена до інформації з обмеженим доступом. В Україні існує дисциплінарна, адміністративна, цивільна і кримінальна відповідальність за порушення екологічного законодавства.

Основними джерелами такої інформації є дані моніторингу довкілля, кадастрів природних ресурсів, реєстри, автоматизовані бази даних, архіви тощо. Запитувач має право звернутися до розпорядника інформації із запитом незалежно від того, стосується ця інформація його особисто чи ні,

без пояснення причини подання запиту. Запит на інформацію може бути індивідуальним або колективним. Запити можуть подаватися в усній, письмовій чи іншій формі (поштою, факсом, телефоном, електронною поштою) на вибір запитувача. Письмовий запит подається в довільній формі.

Практичні завдання до II модулю

Практична робота №1

Визначення запиленості повітря ваговим методом

Мета роботи – опанувати методи визначення вмісту частинок пилу в повітрі з метою моніторингу стану довкілля в умовах міста.

Теоретична частина: Повітря – один з основних факторів, що забезпечує життєдіяльність багатьох організмів. Залежно від хімічного складу повітря, його фізичних і інших властивостей (температури, вологості, рухомості, тиску), а також наявності в ньому інших забруднень у вигляді пилу, туману, або диму повітряне середовище може бути сприятливим, несприятливим або навіть небезпечним. Хімічно-небезпечні речовини, які проникають в організм навіть у відносно невеликих кількостях викликають порушення нормальної життєдіяльності. Зважений у повітрі називають аерозолем, а осівший пил – аерогелем.

Визначення концентрації шкідливих речовин здійснюється за допомогою наступних методів:

✓ ваговий – визначення концентрації пилу, який затримується на відповідному фільтрі після проходження через нього деякого об'єму запиленого повітря;

✓ лічильний – визначення концентрації пилових частинок, їхнього розміру та форми під мікроскопом після попереднього осадження на предметне скло пилу, який знаходиться у певному об'ємі повітря;

✓ седиментаційний – визначення концентрації пилу, природно осадженого з обмеженого або необмеженого об'єму запиленого повітря, за допомогою лічильників пилу;

✓ фотометричний – вимірювання інтенсивності світла, яке проходить крізь запилене повітряне середовище;

✓ електрометричний – підрахунок електричних імпульсів або зарядів попередньо наелектризованого пилу.

Практична частина: Запиленість повітря визначають шляхом збору листків із дерев поблизу й у віддаленні від дороги. З однакової листової поверхні змивають пил, фільтрують і зважують масу осаду після висушування. Одержаний результат дає кількість пилу. Після змиву пилу розраховують кількість обмитих листків (П1), зривають 10 листочків, краще різних за розміром, протирають їх від води й обводять кожний лист на папері. Потім вирізають за контуром і зважують вирізані проекції листа (М1). Із того ж паперу вирізають квадрат 10x10 см і зважують його (М2). Розраховують поверхню обмитого листа за формулою:

$$S = \frac{M_1 * П_1}{10 * M_2}$$

Після цього можна визначити, скільки пилу осаджується на 1 м² поверхні листя. Знаючи точний час накопичення пилу (від моменту останнього дощу до досліджень), можна підрахувати швидкість осадження пилу за добу.

Завдання:

1. Розрахувати кількість пилу та площу поверхні листків (10-20 шт), з яких змитий пил на різній відстані від дороги: 0-25 м, 25-50 м, більше 50 м. Обрати 2-3 видів дерев з широкою та вузькою листовою пластинкою.
2. Занести дані в таблицю та зробити відповідні висновки.

Таблиця 1 - Визначення показників запиленості повітря

Вид дерева	Відстань від дороги, м	Кількість пилу, мг/см ²	Площа поверхні листків, см ²
	0-25		
	25-50		
	50 і більше		

3. Дані щодо запиленості листя на різних ділянках території (відстані від дороги) нанести на мапу: червоним – зону інтенсивного забруднення, жовтим — середнього, зеленим — мінімального забруднення.

Практична робота №2

Система екологічного моніторингу стану поверхневих вод.

Фізико-хімічні дані стану поверхневих вод

Мета роботи – опанувати особливості проведення моніторингу стану поверхневих вод, основні фізико-хімічні показники води, які аналізуються.

Теоретична частина: Державний моніторинг вод здійснюється з метою забезпечення збирання, обробки, збереження, узагальнення та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання, охорони вод та відтворення водних ресурсів. З 2019 р. в Україні запроваджено європейські підходи щодо здійснення моніторингу вод відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви.

Порядком визначено чіткий розподіл обов'язків між суб'єктами моніторингу без дублювання повноважень, введено нові показники моніторингу – пріоритетні, гідроморфологічні та біологічні.

Залежно від цілей та завдань державного моніторингу вод встановлюються такі процедури:

- процедура діагностичного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- процедура операційного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- процедура дослідницького моніторингу масивів поверхневих вод;
- процедура моніторингу морських вод.

Діагностичний, операційний та дослідницький моніторинг здійснюється за басейновим принципом.

Завдання: 1. Перейдіть за посиланням <https://eco.gov.ua/categories/e-dovkillya>, проаналізуйте актуальні звернення щодо проблем з водою, зазначте розмір заподіяної шкоди, тип проблеми.

2. Проаналізуйте дані вимірювань стану поверхневих вод КП «Центр екологічного моніторингу» Дніпропетровської обласної ради - <https://data.gov.ua/dataset/ea330cd8-ef00-4651-a467-4a814f0d2bd4>

3. Побудуйте діаграми для показників: розчинений кисень, рН, каламутність стану поверхневих вод р. Дніпро.

4. Зробіть власний прогноз за даними показниками.

5. Підготуйте презентаційний матеріал на одну з обраних тем: «Забруднення водних екосистем Китаю», «Забруднення водних екосистем Латинської Америки», «Забруднення водних екосистем Європи».

Практична робота № 3

Визначення органолептичних властивостей води

Мета роботи – визначити фізичні властивості водопровідної води як елементу екологічного моніторингу урбоекосистеми.

Теоретична частина: Фізичні показники якості води визначаються ДСТУ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю» і ДСТУ 3351-84 «Вода питна. Методи визначення смаку, запаху, кольоровості і мутності». До фізичних показників якості води відносяться: температура води, прозорість чи мутність води, кольоровість води, смак і запах (дод А).

ДСТУ 3351-82 поширюється на питну воду і встановлює органолептичні методи визначення запаху, смаку і присмаку і фотометричні методи визначення кольоровості і мутності. Обсяг проби води не повинен бути менш 500 мл. Проби води для визначення запаху, смаку, присмаку і кольоровості не консервують. Визначення проводиться не пізніше, ніж через 2 год після відбору проби.

Завдання:

1. Перевірити водопровідну воду на органолептичні показники води згідно таблиць Б.1, Б.2. (дод Б), записати отримані дані, зробити відповідні висновки.

1) *Органолептичні методи визначення запаху.* Характер запаху води визначають відчуттям сприйманого запаху (землистий, хлорний, нафтопродуктів тощо). Інтенсивність запаху води визначають при 20°C і 60°C (дод. Б.2).

визначення запаху при 20°C і 60°C

Визначення запаху при 20°C. У колбу з пробкою місткістю 250–350 мл відмірюють 100 мл випробуваної води з температурою 20°C. Колбу закривають пробкою, уміст колби кілька разів перемішують обертальними рухами, після чого колбу відкривають і визначають характер і інтенсивність запаху.

Визначення запаху при 60°C. У колбу відмірюють 100 мл випробуваної води. Горловину колби закривають годинним склом і підігрівають на водяній бані до 50-60°C. Вміст колби кілька разів перемішують обертальними

рухами. Зрушуючи скло убік, швидко визначають характер і інтенсивність запаху.

2) *Органолептичний метод визначення смаку.* Органолептичним методом визначають характер і інтенсивність смаку і присмаку. Розрізняють чотири основних види смаку: солоний, кислий, солодкий, гіркий. Всі інші види смакових відчуттів називаються присмаками. Характер смаку чи присмаку визначають відчуттям сприйманого смаку чи присмаку (солоний, кислий, лужний, металічний тощо). Випробувану воду набирають у рот малими порціями, не проковтуючи, затримують 3–5 с.

Інтенсивність смаку і присмаку визначають при 20°C і оцінюють за п'ятибальною системою відповідно до вимог дод. Б.3.

2. Надати письмово відповіді на питання: а) вплив зміни фізичних показників на якість води; б) які домішки відповідають за кольоровість та мутність води?

3. Підготувати презентаційний матеріал на тему: «Шляхи поліпшення якості водопровідної води».

Практична робота №4

Використання мап та показників ґрунтового покриття для моніторингу ґрунтів та геологічного середовища

Мета роботи – вміти аналізувати мапи та показники ґрунтового пориву, які використовуються в моніторингу ґрунтів і геологічного середовища.

Теоретична частина: Ґрунт є середовищем проживання і збереження генофонду біотичних ресурсів Землі. В Україні забезпеченість родючими ґрунтами висока й перевершує показники більшості країн світу. Україна володіє найбільшими запасами чорноземів, площа яких становить 28 млн га. Станом на 1 січня 2021 р. загальна площа земель України становила 60 354,9 тис. га, зокрема: 1) сільськогосподарські угіддя займали 41 310,9 тис. га або 68,5 % від загальної площі території країни, у тому числі: а) рілля – 54,2 % від загальної площі території країни, або 79,1 % від площі сільськогосподарських угідь; б) сіножаті – відповідно, 3,8 і 5,5 %; в) пасовища – 8,8 і 12,8 %; г) багаторічні насадження – 1,4 і 2,1 %; д) перелogi – 0,3 % від загальної площі території країни або 0,5 % від площі сільськогосподарських угідь; 2) ліси та інші лісовкриті площі – 10 686,8 тис. га (17,7 %); 3) забудовані землі – 3 767,5 тис. га (6,2 %); 4) землі під водою – 2 415,4 тис. га (4,0 %); 5) відкриті заболочені землі – 973,8 тис. га (1,6 %); 6) інші землі – 1 200,5 тис. га (2,0 %).

Карта ґрунтового покриття складається з метою врахування структури ґрунтового покриття, який є відображенням усього комплексу ландшафтних умов території, вважається основним інструментом природного районування для потреб моніторингу та охорони земель. При картографуванні ґрунтового покриття застосовують наступні ієрархічні принципи ґрунтової типології та відповідні їй позначення (дод. Г.1):

тип ґрунту – виділяють кольором;

- підтип ґрунту – виділяють відтінком основного кольору;
- рід – виділяють затемненням або відтінком;
- вид – позначають у індексі ґрунту;
- різновид та розряд – зазначають у легенді.

Серед основних показників, якими користуються при визначенні стану ґрунтів в динаміці є:

- 1) показник сільськогосподарської розораності території:

$$K_{\text{рсг}} = \frac{S_{\text{рб}}}{S_{\text{сг}}} \times 100$$

де $K_{\text{рсг}}$ – розораність сільськогосподарських угідь, %; $S_{\text{рб}}$ – площа ріллі та багаторічних насаджень, тис. га; $S_{\text{сг}}$ – площа сільськогосподарських угідь, тис. га.

- 2) коефіцієнт лісистості ($K_{\text{ліс}}$), що характеризує відношення площі лісів даної території до її загальної площі, розраховується, як питома вага лісів, чагарників і лісосмуг в структурі усіх угідь:

$$K_{\text{ліс}} = \frac{P_{\text{ліс}}}{\sum P}$$

- 3) коефіцієнт перетворення параметрів ґрунтів/показник якості ґрунтів (агрохімічних, агрофізичних, фізико-хімічних, біологічних тощо):

$$Y_i = \exp\left(-K \frac{(x_i - a_i)}{(a_i - b_i)}\right)^n$$

де x_i – вихідний ; Y_i – перетворений показник властивості ґрунту; a_i – оптимальне значення; b_i – найгірше значення; $K=5$; $n=3$ – коефіцієнти перетворення, які підбирають відповідно до рівнів показників x_i та Y_i .

Формування ефективної системи державного контролю екологічного стану ґрунтів в Україні вбачають через: встановлення сучасних стандартів екологічного стану ґрунтів за ключовими показниками, які підлягатимуть обов'язковому державному контролю (щільність ґрунту, ступінь засолення, вміст гумусу, рухомих сполук – фосфору, калію та рухомих форм – бору, молібдену, марганцю, кобальту, міді, цинку, кадмію, свинцю, ртуті, залишків пестицидів); встановлення ставки податку відповідно до затрат на оцінку екологічного стану ґрунтів з урахуванням періодичності та показників, які підлягатимуть контролю; запровадити відшкодування шкоди, яку заподіяно ґрунтам внаслідок діяльності землевласників та землекористувачів тощо.

Завдання:

1. Використовуючи мапи ґрунтів і топографічну Луганської обл. (http://www.ua-maps.com/images/ukraine/topographic_maps/luganskaya_2.jpg) (дод Г.1) надайте характеристику (тип ґрунту; підтип ґрунту; рід; вид; різновид та розряд) ґрунтів Северодонецького та Лисичанського районів.
2. Розрахувати коефіцієнт розораності сільськогосподарських земель, коефіцієнт лісистості для Луганської області за офіційними статичними матеріалами.
3. Використовуючи дані дод. Г.2 скласти діаграму/гістограму еродованих ґрунтів с/г угідь всіх регіонів України від максимальних до мінімальних

значень за часткою земель. Зробити висновки щодо стану еродованості ґрунтів Луганської області.

4. Скласти конспект за питаннями: основні джерела інформації про ґрунтовий покрив та геологічне середовище України; ключові чинники ґрунтоутворення; обстеження, на основі яких складається карта ґрунтового покриву; види моніторингу земель у відповідності із завданнями та масштабами об'єктів спостереження; показники, які характеризують територіальну структуру земельних ресурсів.

Практична робота №5

Глобальний моніторинг навколишнього середовища.

Кліматичний моніторинг

Мета роботи – опанувати основні задачі та напрями глобального та кліматичного моніторингу.

Теоретична частина: У 1972 р. на Стокгольмській конференції ООН з було створено Службу Землі, одним з головних компонентів якої є Глобальна Система Моніторингу Навколишнього Середовища. Основним завданням Глобальної Системи Моніторингу Навколишнього Середовища є дослідження антропогенних змін стану природного середовища, які можуть нанести прямі і непрямі збитки людству, а також своєчасне попередження про можливі природні катастрофи.

Глобальний моніторинг – це система спостережень за планетарними процесами і явищами, які проходять у біосфері, з метою оцінювання та прогнозування глобальних проблем охорони навколишнього природного середовища.

Кліматичний моніторинг – це система спостережень, оцінювання й прогнозування зміни клімату. Для вивчення змін і коливань клімату необхідні дані про стан кліматичної системи «атмосфера-океан-поверхня суші (з річками й озерами)-літосфера-біота» і взаємодію елементів цієї системи за тривалий час.

Завдання: 1. Проаналізуйте цілі глобального та кліматичного моніторингу. Заповніть таблицю 1.

Таблиця 1 - Глобальний та кліматичний моніторинги

Тип моніторингу	Основні завдання	Схожі риси	Відмінні риси
Глобальний моніторинг			
Кліматичний моніторинг			

2. Охарактеризуйте ключові завдання програми Environmental Observance System (EOS).
3. Які пріоритетні фактори враховують при організації Глобальної Системи Моніторингу Навколишнього Середовища?
4. Вкажіть головні підсистеми і завдання Всесвітньої служби погоди і Всесвітньої метеорологічної організації.

5. Яким чином проводиться вибір величин та їх пріоритетності при організації кліматичного моніторингу?
6. Підготувати презентаційний матеріал на тему: «Найбільш вагомі антропогенні причини змін клімату».

Практична робота №6
*Дендроіндикація стану урбоєкосистеми
як моніторинг стану біотичних ресурсів*

Мета роботи – опанувати основні методи дендроіндикаційних досліджень в умовах міста.

Теоретична частина: За період моніторингу для кожної ділянки лісу, лісопаркової, паркової частин визначають тип лісу, таксаційні показники насадження – його породний склад, форма, вік, повнота, зімкнутість крони дерев, бонітет/запас, форму ведення господарства; характеристики підросту, підліску та трав'яного покриву. Для облікових дерев на ділянці моніторингу визначають: місцезнаходження дерева; діаметр стовбура; клас Крафта; інтенсивність плодоношення; вік хвої; відносна висота крони, її щільність; ступінь дефоліації та дехромації, а також пошкодження дерев (механічні – морозобійні, тріщини, пошкодження шкідниками і хворобами).

При проведенні моніторингу дерев особливу увагу приділяють стану крони дерев, оскільки особливості крони дерев є індикаторними ознаками та характеризують загальний стан окремого дерева або деревостану. Погіршення стану крони може свідчити про вплив на дерево різноманітних чинників – як природних, так і антропогенних (шкідників або хвороб, посухи чи зміни режиму ґрунтових вод, забруднення атмосфери тощо). Серед показників стану крони, які визначаються при моніторингу лісів, найважливішим є ступінь дефоліації.

Дефоліація (передчасна втрата листя чи хвої) є узагальнюючим показником стану дерев, що характеризує ступінь їхнього пошкодження внаслідок сукупного впливу різноманітних чинників. Цей параметр вказує на життєвість насадження, він прийнятий у якості загальноєвропейського індикатору сталого розвитку лісів. Передчасна значна дефоліація крони свідчить про погіршення загального фізіологічного стану дерев і сигналізує про наявність проблем зі станом дерев навіть на початкових стадіях дії шкідливих факторів. Згідно з міжнародними критеріями оцінки стану крон, дефоліація до 25% не є показником погіршення стану насаджень, оскільки допускається, що вона є в межах природних коливань фітомаси.

Практична частина: Вибирають ключову ділянку парку та закладають пробну площадку розміром 10x10 м (за відсутністю можливостей проводити тривалі спостереження за станом деревних порід, в умовах міста роботу виконують у досить спрощеному вигляді у найближчому парку, сквері або на вулиці). Визначають усі види дерев, що там зростають. За зовнішніми ознаками визначають бали стану окремих дерев кожного виду b1, b2 тощо).

Середній бал стану кожного виду дерев розраховують за формулою:

$$K_i = \sum \frac{b_i}{N_i}$$

де, K_i – коефіцієнт стану i -го виду дерев; b_i – бали стану окремих дерев; N_i – загальна кількість врахованих дерев i -го виду; \sum – сума.

Коефіцієнт стану деревостану загалом (K) визначається як середнє арифметичне середніх балів стану різних видів дерев пробної ділянки:

$$K = \sum \frac{K_i}{R}$$

де, K_i – коефіцієнт стану i -го виду дерев, R – число видів дерев.

Стан деревних насаджень оцінюють за наступними критеріями: $K < 1,5$ – здоровий деревостан (I); $K = 1,6-2,5$ – ослаблений деревостан (II); $K = 2,6-3,5$ – сильно ослаблений (III); $K = 3,6-4,5$ – всихаючий (IV); $K > 4,6$ – такий, що загинув (V).

Завдання: 1. Встановити стан дерев вулиць міста, парків за шкалою візуальної оцінки деревостану (дод. В).

2. Оцінити ступінь впливу несприятливих чинників на деревну рослинність міста, розташувати за градементом чинники впливу.

3. Відмітити, яка частка дерев є здоровими, ослабленими, та тим, що всихають. Який загальний стан насаджень? Навести причини незадовільного стану дерев.

Практична робота №7

Особливості проведення лісового моніторингу

Мета роботи – ознайомитися з системою регулярних спостережень, оцінки та аналізу інформації про стан лісів та прогнозування його змін.

Теоретична частина: Лісовий моніторинг є необхідною інформаційною системою для забезпечення державних інтересів у сфері управління лісами, включаючи охорону лісів і раціональне використання лісних ресурсів. Основною метою лісового моніторингу є інформаційне забезпечення органів управління лісовим господарством оперативною і точною інформацією про стан та зміни, які відбуваються в лісах для збереження стійкого розвитку лісового сектора економіки як складової частини розвитку суспільства в цілому. Система лісового моніторингу розвивається за окремими функціональними напрямками для забезпечення управління лісами, контролю за раціональним використанням лісних ресурсів, забезпечення інформаційними потоками блока лісного моніторингу в єдиній системі екологічного моніторингу.

Організаційна структура лісного моніторингу базується на рівнях управління лісами – державному, регіональному, локальному. Основною структурною ланкою моніторингу є лісництва та лісові господарства. Державний рівень лісового моніторингу створює і підтримує у функціональному стані єдину просторову інформаційну систему з оперативної реєстрації поточних змін у стані лісового фонду держави. Локальний рівень лісового моніторингу використовує наземну систему збору

інформації на рівні окремих територій. При проведенні лісового моніторингу проектується мережа спостережувальних пунктів. Введення лісового моніторингу проводиться також з використанням дистанційних методів спостережень. Фоновий моніторинг проводиться на еталонних ділянках лісів із використанням матеріалів космічної зйомки. Вибір елементарної одиниці спостережень залежить від рівня агрегації інформації.

Завдання: 1. Охарактеризуйте постулатно концепцію (<https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t14-rekomendation-monitoring.pdf>) і наукові основи лісового моніторингу.

2. Позначте на мапі постійні пости спостережень за станом лісів на території України.

3. Надайте функції різних рівнів лісового моніторингу.

4. Яким чином забезпечується періодичність робіт з лісового моніторингу?

5. Охарактеризуйте етапи організації робіт зі створення системи лісового моніторингу, запропонуйте власний етап (творче завдання).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЗА КУРСОМ:

1. Моніторинг складових урбоєкосистем.
2. Методи визначення якості харчових продуктів.
3. Біоаккумуляція. Абіотична трансформація забруднювачів в атмосфері, воді ґрунті.
4. Біотрансформація екотоксикантів в організмі. Екотоксикологічні ефекти для популяцій і екосистем.
5. Ксенобіотичний профіль середовища. Міграція і стійкість хімічних речовин у довкіллі.
6. Методи відбору проб води і донних опадів при дослідженні стану поверхневих вод.
7. Моніторинг штучних водойм.
8. Класифікація джерел забруднення Світового океану.
9. Найпоширеніші забруднюючі речовини в морях і океанах. Їх вплив на морську флору і фауну.
10. Дампінг. Вплив дампінгу на морські екосистеми.
11. Оцінювання природної якості води в період маловодної фази стоку. Прогнозування показників якості води.
12. Пункти спостереження за якістю морської води, їх характеристика.
13. Деградація ґрунтів Світу внаслідок діяльності людини.
14. Концепція ґрунтового моніторингу. Структура служби моніторингу ґрунтів в Україні.
15. Сучасні проблеми ґрунтового-екологічного моніторингу (військова агресія) на території України.
16. Моніторинг меліорованих земель.
17. Критерії оцінювання екологічного стану осушувальних, зрошуваних і прилеглих до них земель.
18. Ландшафтний кадастр.
19. Джерела антропогенного забруднення довкілля радіонуклідами як фактор небезпеки. Причини і наслідки аварії на ЧАЕС.
20. Радіоекологічний моніторинг.
21. Дозиметричні прилади, що використовуються в Україні.
22. Біомоніторинг довкілля на різних рівнях організації живих систем.
23. Активний біологічний моніторинг. Методи активного біомоніторингу.
24. Загальна характеристика ліхеноіндикації як методу оцінки стану довкілля.
25. Загальна характеристика зооіндикації як методу стану довкілля.
26. Основні закони синекології.
27. Екологізація економіки.
28. Еволюція біосфери. Поняття ноосфери.
29. Визначення показників ознак даних, опис та кодування району екологічного моніторингу.
30. Соціальний моніторинг як складова сталого розвитку суспільства.

ДОВІДНИК ТЕРМІНІВ

<p>Агроекологічний моніторинг – частина системи екологічного моніторингу, що передбачає контроль за станом природно-господарського середовища сільськогосподарського призначення, виявлення екологічних ніш та об'єктів найбільшого впливу антропогенних негативних чинників.</p>
<p>Агросфера – частина біосфери, що становить сукупність територій, на яких домінують культурні рослини, свійські тварини, оброблені ґрунти і пов'язані з ними організми (бур'яни, комахи, гриби, мікроорганізми, віруси, тваринний світ тощо).</p>
<p>Агрохімікат – органічні, мінеральні і бактеріальні добрива, хімічні меліоранти, регулятори росту рослин та інші речовини, що застосовуються для підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості рослинницької продукції.</p>
<p>Антропогенне навантаження – ступінь прямого і опосередкованого впливу людей, господарства на природу та окремі її компоненти і елементи.</p>
<p>Антропогенні чинники – сукупність форм і елементів випадкової або навмисної людської діяльності, що впливають на живі організми, середовище їх існування, функціонування екосистем і біосфери.</p>
<p>Атмосферне повітря – життєво важливий компонент довкілля, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень.</p>
<p>Ацидофікація – підкиснення водного середовища внаслідок потрапляння у водойми кислотних опадів або підкиснених вод поверхневого стоку.</p>
<p>Басейновий принцип управління водними ресурсами – це сучасний підхід до управління водними ресурсами, де основним суб'єктом управління виступає водозбірний басейн.</p>
<p>Батометр – прилад для забору проб води з глибини та з розвідувальних і гірських виробок.</p>
<p>Біоіндикація – виявлення і визначення екологічно значущих природних і антропогенних навантажень на основі реакцій на них живих організмів безпосередньо в місці їх існування.</p>
<p>Біоіндикатор – організм, вид або екосистема, за наявності і станом якого можна судити про властивості середовища, в тому числі про присутність і концентрацію забруднювачів.</p>
<p>Біологічне забруднення – випадкове або пов'язане з діяльністю людини проникнення в екосистеми не притаманних їй рослин, тварин і мікроорганізмів (бактеріологічне).</p>
<p>Біорізноманіття – різноманітність усіх видів живих організмів включаючи тварин, рослин, птахів, водоростей, грибів тощо, які взаємодіючи між собою утворюють різноманітність екосистем.</p>
<p>Біотестування – це використання організмів, чий вміст певних</p>

<p>елементів або сполук, а також морфологічна, гістологічна або клітинна структура, метаболічні й біохімічні процеси, поведінка та популяційна організація надають інформацію щодо кількісної оцінки якості навколишнього середовища.</p>
<p>Біотичний моніторинг – науково-інформаційна система спостережень, оцінки й прогнозу будь-яких змін у біоті, викликаних природними й антропогенними чинниками, зокрема розвитком аграрного виробництв.</p>
<p>Біохімічне споживання кисню – кількість кисню в міліграмах, потрібна для окиснення органічних речовин, що містяться в 1 л води, аеробними бактеріями до CO_2 і H_2O впродовж 5 діб без доступу повітря і світла.</p>
<p>Водні ресурси – всі води гідросфери (води рік, озер, каналів, водосховищ, морів й океанів, підземні води, ґрунтова волога, водяна пара атмосфери, вода (лід) гірських і полярних льодовиків).</p>
<p>Водозабезпечення території – сукупність заходів із забезпечення питною водою населення, пов'язаних єдиним технологічним процесом.</p>
<p>Водозбірний басейн (водозбір) – частина суходолу, обмежена вододілом, з якої відбувається природний стік води в річку, озеро чи іншу водойму; частина суші з доцентровою системою схилів і стоку.</p>
<p>Водокористувач – підприємства, установи, організації і громадяни України, а також іноземні юридичні і фізичні особи та особи без громадянства, які здійснюють забір води з водних об'єктів, скидають в них зворотні води або користуються водними об'єктами.</p>
<p>ГДВ (гранично допустимий викид) – вміст забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери від джерела або їх сукупності, з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств, не перевищує нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря: гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у атмосферному повітрі для людей і об'єктів навколишнього природного середовища.</p>
<p>ГДР (гранично допустимий рівень) – періодичний або постійний протягом усього життя людини вплив факторів оточуючого середовища (шуму, вібрацій, забруднень, низької температури тощо), які не викликають соматичних або психічних захворювань та змін у стані здоров'я.</p>
<p>ГДК (гранично допустима концентрація) – кількість шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яка при постійному контакті або при дії за певний час практично не впливає на здоров'я людини та її нащадків (установлюється в законодавчому порядку, при цьому враховується ступінь впливу забруднювачів на здоров'я людини, тварин, рослини, мікроорганізми, на природні угруповання).</p>
<p>ГДС (гранично допустимий скид) – маса речовини у зворотній воді, що є максимально допустимою для відведення за встановленим режимом даного пункту водного об'єкта за одиницю часу.</p>
<p>ГДЕН (гранично-допустимі екологічні навантаження) – сумарні</p>

<p>обсяги забруднень, що може витримати екосистема без порушення стану природної динамічної рівноваги.</p>
<p>Геологічне середовище – приповерхнева оболонка літосфери, що складається з гірських порід, підземних вод, газів та біоти, в межах якої розповсюджується вплив інженерно-господарської діяльності людини.</p>
<p>Геосоціосистема – просторово відмежована система, в якій функціонально поєднані екологічний, соціальний, економічний, демографічний, гуманітарний, технічний та інші блоки, де відбуваються усі організовані й реалізовані людьми екологічні, соціально-економічні, демографічні, інформаційні та інші процеси.</p>
<p>Геофізичний моніторинг – система спостереження за природними та штучними геофізичними полями та явищами, а також спостереження, аналіз та прогнозування забруднення довкілля шкідливими речовинами.</p>
<p>Гідрологічний режим – закономірні зміни гідрологічних елементів водного об'єкта в часі, що зумовлені фізико-географічними, зокрема кліматичними умовами басейну.</p>
<p>Гідрологічні спостереження – багаторічні характеристики основних елементів гідрологічного режиму річок (стока води, рівня, стока наносів, льодового режиму тощо).</p>
<p>Гідрометеорологія – наукова дисципліна, що вивчає процеси, які відбуваються у гідросфері та атмосфері Землі, узагальнює дані метеорології, гідрології, океанології, геофізики та гідрохімії, розробляє методичні питання моніторингу довкілля.</p>
<p>Гідрохімічні спостереження – вміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню, водневий показник, вміст азоту і фосфору та мінеральний склад водних об'єктів.</p>
<p>ГІС-технологія – сукупність засобів, способів і методів автоматизованого збору, зберігання, маніпулювання, аналізу і відображення (представлення) просторової інформації.</p>
<p>Глобальний моніторинг – система спостережень за планетарними процесами і явищами, які проходять у біосфері, з метою оцінювання та прогнозування глобальних проблем охорони навколишнього природного середовища.</p>
<p>Гніздова проба – проба ґрунту, складена з двох або більше точкових проб, змішаних у відповідних пропорціях і відібраних навколо попередньо визначеної точки відбирання проб.</p>
<p>Гравіметрія – метод кількісного аналізу, що базується на точному вимірюванні маси досліджуваного компонента аналізованої суміші чи досліджуваної речовини, виділеної у хімічно чистому вигляді або у вигляді хімічної сполуки з точно відомим складом.</p>
<p>Громадський екологічний контроль – вид екологічного контролю, який здійснюють громадські інспектори з охорони довкілля, громадські організації та окремі громадяни, зацікавлені в безпечному стані довкілля, з метою перевірки дотримання підприємствами, установами, організаціями</p>

<p>незалежно від форм власності, державними органами, їх посадовими особами, а також громадянами, вимог природоохоронного законодавства.</p>
<p>Грунт – самостійне природно-історичне орґано-мінеральне тіло, що виникло у поверхневому шарі літосфери Землі в результаті тривалого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів, має специфічні генетико-морфологічні ознаки і властивості, що створюють для росту і розвитку рослин відповідні умови.</p>
<p>Гуміфікація – синтез гумусових речовин із уламків біологічних макромолекул, або їх мономерів, що утворюються в ґрунті завдяки метаболізму його живого населення та діяльності екзоферментів.</p>
<p>Гумус, або гумусовий шар – складова ґрунту, що має природне або штучне походження і містить необхідні для життя рослин поживні речовини та мікроелементи.</p>
<p>Деградація ґрунтів – погіршення властивостей ґрунтів, зумовлене зміною умов ґрунтоутворення внаслідок господарської діяльності людини або природних процесів, стимульованих цією діяльністю, що супроводжується втратою ґрунтами продуктивних та екологічних функцій.</p>
<p>Дегуміфікація ґрунтів – втрата ґрунтом орґанічної речовини внаслідок тривалого нехтування мінеральними та орґанічними добривами, впливу ерозійних процесів та інших факторів.</p>
<p>Дефляція ґрунтів – руйнування ґрунту, спричинене рухом повітряних потоків, а також знесення верхнього шару ґрунту вітром.</p>
<p>Дефоліація – явище опадання листя з рослин при несприятливих факторах навколишнього середовища, а також процес штучного видалення листя за допомогою спеціальних препаратів.</p>
<p>Евтрофікація водойм – збагачення водойм біогенними елементами, що супроводжується знищенням продуктивності водойми.</p>
<p>Екоаналітичний аналіз – визначення хімічних елементів в пробах (повітря, вода, ґрунт).</p>
<p>Екологічне прогнозування – функція управління з отриманням науково-обґрунтованих варіантів розвитку стану довкілля та здоров'я населення, природно-ресурсного потенціалу, ризиків виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, індикаторів збалансованого розвитку.</p>
<p>Екологічне моделювання – прогнозування динаміки розвитку біосистем, метод дослідження процесів або явищ в біосистемах шляхом створення їхніх математичних моделей і дослідження цих моделей.</p>
<p>Екологічний показник – сукупність ключових даних, які використовуються для формування параметра для отримання знань про стан навколишнього середовища в певний час і місце.</p>
<p>Екологічний критерій – особливості факторів середовища, необхідні для життєдіяльності особин.</p>
<p>Екологічний слід – міра потреб людини в екосистемах планети;</p>

<p>стандартизований показник, що відображає попит людської популяції на природний капітал, який може перевищувати екологічну спроможність планети до регенерації цього капіталу.</p>
<p>Екосистема – природна чи створена людиною функціональна система всієї сукупності живих істот, пов’язаних між собою трофічними та іншими зв’язками, яка взаємодіє з відносно однорідним абіотичним (наземним, ґрунтовим чи водним) середовищем.</p>
<p>Екологічна безпека – стан навколишнього середовища, коли гарантується запобігання погіршення екологічної ситуації та здоров’я людини.</p>
<p>Екологічний паспорт – аналітично-інформаційний, довідковий матеріал, в яких наведені статистичні та узагальнені дані про стан довкілля та його складових: атмосферне повітря, водні, земельні, лісові ресурси, надра, тваринний і рослинний світ, а також природно-заповідний фонд, стан поводження з відходами, ядерна та радіаційна безпека.</p>
<p>Екологічне управління – процес розробки і реалізації стратегічних і тактичних рішень, спрямованих на раціональне використання та охорону навколишнього природного середовища підприємствами та державою.</p>
<p>Екологічний потенціал території – здатність природного середовища відтворювати певний рівень якості життя протягом довгострокового періоду; частина природно-ресурсного потенціалу.</p>
<p>Екологічний чинник – усі компоненти навколишнього середовища, які впливають на живі організми та їх угруповання.</p>
<p>Екологічне збурення – тимчасова зміна умов навколишнього середовища, яка спричиняє помітні зміни в екосистемі.</p>
<p>Екологічне картографування – складова інформаційної системи екологічного управління, що ґрунтується на використанні топографічної інформації та спеціальних екологічних карт.</p>
<p>Екологічна норма – обмеження рівнів впливу господарської та іншої діяльності, які встановлюються відповідно до природоохоронного законодавства спрямовані на регулювання питань раціонального природокористування і охорони довкілля (екологічні нормативи, регламенти, правила, вимоги).</p>
<p>Екологічне лихо – аномальна екологічна ситуація, яка склалася у навколишньому середовищі на визначеній території (акваторії) у наслідок виникнення стихійних лих і антропогенного впливу на процеси природи, системи, що призвела до остаточних змін у навколишньому середовищі і порушенню нормальних умов життєдіяльності.</p>
<p>Екологічна катастрофа – негативна зміна екологічної рівноваги до стану зникнення умов існування живого організму, популяції, виду, біосфери.</p>
<p>Екологічний ризик – ймовірність несприятливих екологічних наслідків під час будь-яких (навмисних чи випадкових, поступових чи катастрофічних) антропогенних змін природних об’єктів і факторів.</p>

Екологічні регламенти – кількісні та якісні обмеження діяльності людей, які спрямовані на дотримання діючих екологічних нормативів.
Екологічна ємність території – узагальнений показник припустимого природно-техногенного навантаження, за якого не виникає загрози розвитку екологічної кризи в межах конкретної території.
Екологічна криза – невідповідність соціально-економічного розвитку суспільства еколого-ресурсним можливостям навколишнього середовища, що руйнує традиційну систему життєзабезпечення.
Екотоксикант – екологічно небезпечні фактори хімічної природи, які здатні тривалий час зберігатися, мігрувати і накопичуватися в її біотичних і абіотичних компонентах.
Екстраполяція – метод знаходження значення показника за межами відомого ряду динаміки, поширення тенденції ряду у минуле або майбутнє, (ретроспективна та прогнозна екстраполяція).
Ерозія ґрунтів – руйнування верхнього шару землі під впливом антропогенних та природних чинників.
Забруднення – внесення в довкілля або виникнення в ньому нових не характерних фізичних чинників, хімічних і біологічних речовин, які наносять шкоду екосистемам та людині.
Забруднення атмосферного повітря – змінення складу і властивостей атмосферного повітря в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища.
Забруднююча речовина – речовина хімічного або біологічного походження, що присутня або надходить в атмосферне повітря і може прямо або опосередковано справляти негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища.
Загальний (стандартний) моніторинг – це оптимальні за кількістю параметрів спостереження на пунктах, об'єднаних в інформаційно-технологічну мережу, які дають змогу на підставі оцінки і прогнозу стану довкілля регулярно розробляти управлінські рішення на всіх рівнях.
Засоби контролю за довкіллям – сукупність приладів і інших технічних засобів (пристроїв) для здійснення моніторингу забруднень довкілля, до яких відносяться засоби для відбору проб, їх зберігання, транспортування, підготовки до аналізу, вимірювання вмісту, ідентифікації; виявлення забруднюючих речовин; фізичних факторів в контрольованому середовищі, а також пристроїв для обробки, відображення і передачі отриманої інформації.
Засоби вимірювання – технічні засоби, що використовуються при вимірюваннях і мають нормовані метрологічні властивості (міри, вимірювальні перетворювачі, прилади, установки і системи).
Засолення ґрунтів – процес утворення галогенних ґрунтів.
Збалансований розвиток – загальна концепція стосовно необхідності

<p>встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі.</p>
<p>Зообентос – тваринний бентос, сукупність тваринних організмів, що мешкають на дні водойм.</p>
<p>Зоопланктон – частина планктону, представлена тваринними організмами, які пасивно переносяться течіями (одноклітинні організми, дрібні ракоподібні, личинкові стадії тварин, пелагічна ікра риб).</p>
<p>Ізокінетичний метод – метод відбору проб дисперсних речовин, які є суспенізованими в потоці газу, при якому швидкість відбору проб дорівнює швидкості потоку в точці відбору проб.</p>
<p>Інвентаризація відходів – комплекс разових організаційно-технічних заходів з виявлення, ідентифікації, опису і реєстрації відходів, обліку обсягів їх утворення, утилізації та видалення, а також виявлення і обстеження місць утворення відходів і об'єктів поводження з ними.</p>
<p>Індекс забруднення атмосферного повітря – показник забрудненості довкілля, що розраховується на основі вмісту в одиниці об'єму повітря забруднювального компонента.</p>
<p>Індикатори збалансованого розвитку — показники основних тенденцій розвитку за відношенням до нормативних показників збалансованого розвитку.</p>
<p>Інтерполяція – метод знаходження невідомого рівня в межах ряду динаміки, з врахуванням закономірності зміни показника у часі, що сформувалася у певному інтервалі.</p>
<p>Імпактний моніторинг – моніторинг об'єктів, які є локальними джерелами підвищеної небезпеки.</p>
<p>Інформаційно-аналітична система – це комп'ютерна система, яка дозволяє отримувати, створювати інформацію та здійснювати її обробку та аналіз.</p>
<p>Кадастр джерел викидів – перелік джерел викидів парникових газів у встановлених межах оператора установки згідно паспорту установки.</p>
<p>Калібрування приладів (засобів) – сукупність операцій, що виконуються з метою визначення і підтвердження дійсних значень характеристик приладів/засобів і придатності їх до застосування.</p>
<p>Клас небезпеки забруднюючих речовин – ступінь можливої дії забруднюючої речовини на організм людини (1 клас - надзвичайно небезпечна речовина; 2 - високонебезпечна; 3 - помірно небезпечна; 4 - малонебезпечна).</p>
<p>Кліматичний моніторинг – система спостережень, оцінювання і прогнозування зміни клімату.</p>
<p>Кіотський протокол – міжнародна угода, додатковий документ до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (1992 р.), прийнятої в Кіото (Японія) в грудні 1997 р. щодо зобов'язання розвинених країн та країн з перехідною економікою скорочувати або стабілізувати викиди</p>

парникових газів.
Кліматичні зміни – зміна статистичних властивостей кліматичної системи внаслідок антропогенної діяльності.
Комплексний індекс забруднення атмосферного повітря – кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, утвореного п речовинами, що присутні в атмосфері.
Континентальні (внутрішні) води – водні об’єкти, розташовані серед суходільних масивів.
Кризовий моніторинг – спостереження спеціальних показників у цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об’єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначено як зони надзвичайної екологічної ситуації, а також у районах аварій із шкідливими екологічними наслідками, щоб забезпечити оперативне реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створити безпечні умови для населення.
Ландшафт – однорідна за походженням ділянка географічної оболонки, що формується в результаті тривалої взаємодії компонентів природи на певних територіях: гірських порід, повітря, вод, ґрунтів, рослинності й тваринного світу.
Літомоніторинг – моніторинг за станом геологічного середовища.
Лісовий моніторинг – система регулярного спостереження, оцінки і прогнозу динаміки кількісного і якісного стану лісів.
Лісовий кодекс України – законодавчий акт, який регулює правові відносини на території України з метою забезпечення підвищення продуктивності, посилення корисних властивостей, охорони та відтворення лісів, задоволення потреб суспільства та населення в деревині, технічній і лікарській сировині, кормових, харчових продуктах лісу.
Локальний моніторинг – моніторинг окремих точок і зон, розміри яких не перевищують десятків квадратних кілометрів (територія окремих об’єктів (підприємств), міст, на визначених ділянках ландшафтів).
Люмінометрія – метод, який базується на хімічній реакції, в результаті якої реакційна суміш починає світитись.
Математична моделювання – відношення між реальними об’єктами у формі рівнянь і/чи нерівностей, відношеннями формальної логіки між показниками (змінними), які характеризують функціонування реальної системи, що моделюється.
Маршрутний пост спостереження – пост спостереження для регулярного відбору проб повітря у фіксованих точках місцевості за допомогою спеціально обладнаної автолабораторії.
Меліорація ґрунтів – це комплекс меліоративних заходів, які здійснюються з метою регулювання водного, теплового, повітряного і поживного режиму ґрунту, збереження і підвищення його родючості та формування екологічно збалансованої структури наділів.
Метрологічні характеристики – характеристики засобів

<p>вимірювальної техніки, які нормуються для визначення результату вимірювання, їхніх основних та додаткових похибок за визначених умов проведення вимірювань (повірок).</p>
<p>Методи контролю за довкіллям – сукупність методів, послідовність операцій, здійснення спостережень за показниками довкілля під час моніторингу з допомогою технічних і інших засобів для отримання інформації про стан, наявність забруднень, їх характер, якісний і кількісний вміст в об'єктах середовища.</p>
<p>Метеорологічні елементи – характеристики стану нижнього шару атмосфери (температура і вологість повітря, атмосферний тиск, видимість (прозорість атмосфери), швидкість і напрям вітру, хмарність), а також температура ґрунту і поверхні води, сонячна радіація, довгохвильове випромінювання Землі і атмосфери.</p>
<p>Місцевий стік – стік поверхневих вод, що сформувався в межах однорідного фізико-географічного району.</p>
<p>Моніторинг – система постійного спостереження за явищами і процесами, що проходять в навколишньому середовищі, суспільстві, результати якого слугують для обґрунтування управлінських рішень по забезпеченню безпеки людей та об'єктів/суб'єктів.</p>
<p>Моніторинг довкілля – комплексна науково-інформаційна система регламентованих періодичних безперервних, довгострокових спостережень, оцінки і прогнозу змін стану природного середовища з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій з їх усунення або ослаблення.</p>
<p>Моніторинг атмосферного повітря – система спостережень за станом атмосфери, його забрудненням і природними явищами, які відбуваються в ньому, а також оцінка і прогноз стану атмосферного повітря (контроль, аналіз, висновки).</p>
<p>Моніторинг земель – система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.</p>
<p>Надра – частина земної кори, що розташована під поверхнею суші та дном водоймищ і простягається до глибин, доступних для геологічного вивчення та освоєння.</p>
<p>Науковий (фоновий) моніторинг – спеціальні високоточні спостереження за всіма складовими навколишнього природного середовища, за характерним складом, кругообігом та міграцією забруднюючих речовин, за реакцією організмів на забруднення на рівні окремих популяцій, екосистем і біосфери в цілому.</p>
<p>Норма якості води – безпечні для людини гігієнічні вимоги в епідемічному та радіаційному відношенні, сприятливі органолептичні властивості і нешкідливий хімічний склад (Державні санітарні норми і правила ДСанПіН 2.2.4-171-10).</p>
<p>Органи загальної компетенції – органи, які в межах підвідомчої їм території здійснюють державне управління щодо усіх або більшості</p>

<p>підпорядкованих чи підконтрольних їм органів галузевої чи міжгалузевої компетенції.</p>
<p>Органи спеціальної компетенції – керівництво з питань, які мають загальний характер для всіх чи багатьох галузей господарства, соціально-культурного будівництва.</p>
<p>Органи міжгалузевого управління – органи управління інвестиційною діяльністю, Міністерство економіки України, Міністерство фінансів України, Міністерство закордонних справ, Фонд державного майна, Державна митна служба України, Державна податкова адміністрація України</p>
<p>Орхуська конвенція – конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Комітет з екологічної політики Європи, 16-18 березня 1998 р.).</p>
<p>Орієнтовно-безпечні рівні діяння (ОБРД) – орієнтовані гігієнічні нормативи, що обмежують зміст забруднюючих речовин в об'єктах довкілля для забезпечення безпечних умов праці і побуту людей.</p>
<p>Оперативний (кризовий) моніторинг – аналіз спеціальних показників на цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначено як зони надзвичайної ситуації, а також у районах аварій зі шкідливими екологічними наслідками для забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їхньої ліквідації, створення безпечних умов для населення.</p>
<p>Опустелювання – тип деградації земель, що полягає у виснаженні екосистем внаслідок діяльності людини (зменшення біомаси, продуктивності, видового різноманіття тощо).</p>
<p>Охорона атмосферного повітря – система заходів, пов'язаних із збереженням, поліпшенням та відновленням стану атмосферного повітря, запобіганням та зниженням рівня його забруднення та впливу на нього хімічних сполук, фізичних та біологічних факторів.</p>
<p>Парникові гази – газоподібні складові атмосфери природного і антропогенного походження, які поглинають і випускають випромінювання з конкретною довжиною хвилі у рамках спектра інфрачервоного випромінювання, що випускається поверхнею Землі, атмосферою і хмарами.</p>
<p>Паспортизація відходів – процес послідовного збирання, узагальнення та зберігання відомостей про кожний конкретний вид відходів, їх походження, технічні, фізико-хімічні, технологічні, екологічні, санітарні, економічні та інші показники, методи їх вимірювання і контролю, а також про технології їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження і захоронення.</p>
<p>Пересувний (підфакельний) пост спостережень – пост</p>

спостереження, який використовується для відбору проб під димовим факелом з метою виявлення зони його впливу.
Перифітон – сукупність організмів (бактерії, найпростіші, гриби, водорості, черви, ракоподібні, двостулкові молюски тощо), що заселяють щільні субстрати (підводні частини суден, гідротехнічних споруд, рослин), які знаходяться у воді.
Пестициди – отруйні речовини, їх сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких вражаються рослини, тварини, люди і завдається шкода матеріальним цінностям, а також гризунів, бур'янів, деревної, чагарникової рослинності.
Підземні води – води, які залягають в тріщинах та пустотах земної кори в рідкому, твердому та газоподібному стані.
Поверхнево-активні речовини – хімічні речовини, які знижують поверхневий натяг рідини, полегшуючи розтікання, у тому числі знижуючи поверхневий натяг на межі двох рідин
Природна флуктуація – ненаправлені, різноорієнтовані або циклічні різнорічні зміни рослинного угруповання, що завершуються поверненням до близького вихідному стану.
Природокористування – процес експлуатації природних ресурсів з метою задоволення матеріальних і культурно-оздоровчих потреб суспільства.
Природно-ресурсний потенціал території – сукупність природних ресурсів, які можуть бути використані у господарській діяльності за наявних технологій та соціально-економічних відносин.
Показник якості води – сукупність біологічних і фізико-хімічних характеристик води: трофосапробності, солоності, твердості, водневого показника рН, концентрації шкідливих речовин.
Полігон спостережень – ділянка місцевості, обладнана спеціальними спорудами, приладами тощо для випробування технічних засобів різного призначення для проведення екологічних спостережень.
Полютант – забруднювач навколишнього середовища; забруднюючий агент.
Прості проби води – проби, що отримують шляхом одноразового відбирання об'єму води, потрібного для аналізу.
Радіоекологічний моніторинг – система вимірювань рівнів радіоактивного забруднення і доз опромінення біологічних об'єктів від всіх існуючих джерел (природний радіаційний фон, радіоактивні викиди), яка проводиться з метою контролю впливу зовнішнього випромінювання і інкорпорованих радіонуклідів на людину.
Радіометрія – сукупність методів вимірювання активності радіонуклідів.
Радіонуклід – атом з нестійким ядром, що характеризується

<p>додатковою енергією, яка доступна для передачі до створеної радіаційної частинки, або до одного з електронів атома в процесі внутрішньої конверсії.</p>
<p>Раціональне природокористування – господарська діяльність людини, що забезпечує економне використання природних ресурсів і умов, їх охорону і відтворення з урахуванням не тільки справжніх, а й майбутніх інтересів суспільства.</p>
<p>Регіональна система моніторингу – це система, що реалізує завдання моніторингу в межах адміністративної області.</p>
<p>Реєстр місць видалення відходів – система даних, одержаних в результаті обліку та опису всіх об'єктів і спеціально відведених місць, де здійснюються операції з видалення відходів.</p>
<p>Реперна точка – закріплений на місцевості або в гірничій виробці геодезичний знак, пункт, що вказує висоту над рівнем моря даної точки земної поверхні.</p>
<p>Рівні організації живого – ієрархічно супідрядні рівні організації біосистем, що відображають рівні їх ускладнення (молекулярний, клітинний, організмний, популяційно-видовий, екосистемний та біосферний).</p>
<p>Регулярний відбір проби води – серійний відбір проб води у часовій і просторовій взаємозалежності з іншими пробами.</p>
<p>Репрезентативні проби води – проби води, на яких можна очікувати відображення певних властивостей, характерних для точки відбирання проб.</p>
<p>Рециклінг відходів – повторне корисне використання; виготовлення з вторинної сировини нових матеріалів і товарів; виділення з відходів корисних фракцій і утилізація того, що визнано безповоротними відходами; отримання енергії від спалювання або піролізу промислового і побутового сміття.</p>
<p>Родючість ґрунту – здатність ґрунту задовольняти потреби рослин, у елементах харчування, воді, забезпечувати їх кореневі системи достатню кількість повітря, тепла і сприятливою фізико-хімічної середовищем для нормальної діяльності.</p>
<p>Самоочищення водних об'єктів – процес розкладу та виведення з водного середовища забруднюючих речовин для зберігання екологічного благополуччя водного об'єкту.</p>
<p>Санітарно-захисна зона – територія навколо потенційно небезпечного підприємства, в межах якої заборонено проживання населення та ведення господарської діяльності, розміри якої встановлюються проектною документацією відповідно до державних нормативних документів.</p>
<p>Сапробність водойм – характеристика ступеня забруднення водойми за видовим складом та масою гідробіонтів.</p>
<p>Синергізм – сумарний ефект, який полягає у тому, що при взаємодії двох або більше факторів їхня дія суттєво переважає ефект кожного</p>

окремого компонента у вигляді простої їхньої суми.
Соціоекосистема – територіальні системи, що охоплюють визначені групи суспільства з усіма продуктами виробничої діяльності і навколишнє середовище в межах автономно керованих адміністративно-господарських одиниць різноманітного рангу.
Спектрометрія – метод дослідження та ідентифікації речовини шляхом вимірювання сили взаємодії між світлом і речовиною, реакцій і змін інтенсивності випромінювання і довжини хвилі.
Стаціонарний пост спостереження повітря – пост, призначений для регулярного відбору проб повітря з метою подальшого лабораторного аналізу, безперервного реєстрування вмісту забруднювальних речовин автоматичними газоаналізаторами.
Стійкість екосистеми – здатність екосистеми повертатися до вихідного положення після виведення зі стану рівноваги (чим складніше екосистема, тим є більш стійкою).
Стічні води – води, що утворилися в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної води), а також відведені з забудованої території, на якій вони утворилися внаслідок випадання атмосферних опадів.
Тверді побутові відходи (ТПВ) – відходи, які утворюються в процесі життєдіяльності людини і накопичуються у житлових будинках, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах.
Тест-об'єкт – організм або угруповання організмів, по ступеню впливу на які судять про якість середовища.
Тест-реакція – фізіологічний або поведінковий відгук організму на зміну якості середовища.
Технологія вимірювання – відображення фізичних величин їх значеннями, за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів.
Тип ґрунту — основна таксономічна одиниця ґрунту, об'єднуються ґрунти з одноманітними гідротермічними умовами під однотипною рослинністю, на материнських породах подібного мінералогічного складу, з однотипною будовою профілю, близьким рівнем родючості і єдністю заходів щодо поліпшення.
Тип лісу – ділянка лісу або їх сукупність, які характеризуються єдиним типом лісорослинних умов, однаковим складом деревних порід, кількістю ярусів, аналогічною фауною і потребують однакових лісгосподарських заходів при рівних економічних умовах.
Титриметричний аналіз (титрування) – сукупність методів кількісного аналізу в аналітичній і фармацевтичній хімії, в основі яких вимірювання об'єму розчину реактиву відомої концентрації, що витрачається на реакцію з розчином речовини, концентрація якої визначається.
Токсична речовина – речовина, яка за певних умов та у певних дозах

<p>чи концентраціях призводить до порушень і розладів процесів життєдіяльності організму, виникнення інтоксикацій, захворювань, патологічних станів та смертельних наслідків.</p>
<p>Трофність водних об'єктів – ступінь біологічної продуктивності і екосистем водних об'єктів, котра визначається вмістом у воді біогенних речовин.</p>
<p>Турбідометрія – метод кількісного хімічного аналізу, який базується на вимірюванні інтенсивності світла, яке проходить через суспензію, що утворена частинками досліджуваної речовини в рідині.</p>
<p>Урбоекосистема – штучне середовище антропогенного походження, складна екосистема, створена сукупністю живих компонентів міста, середовища їх існування та процесів, що відбуваються внаслідок їхньої взаємодії та взаємодії з іншими компонентами міської геосоціосистеми.</p>
<p>Фітопланктон – фотосинтезуючі рослинні організми, які живуть у верхньому шарі води водних об'єктів.</p>
<p>Фотометрія – сукупність оптичних методів і засобів вимірювання фотометричних величин світлового потоку.</p>
<p>Хімічне споживання кисню – кількість кисню, що потрібна при хімічному окисленні органічних і неорганічних речовин, які містяться у воді, під дією окислювачів.</p>
<p>Хроматографія – метод розділення, аналізу і дослідження сумішей речовин, що ґрунтується на різному розподілі речовин в динамічних умовах між рухомою і нерухомою фазами.</p>
<p>Чинники ґрунтоутворення – елементи природного середовища, під впливом яких утворюються ґрунти (клімат, материнські гірські породи, рослинні, тваринні організми, рельєф і висота місцевості, геологічний вік).</p>

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко О.М. Рудько Г.І. Екологічна геологія. К.: Манускрипт, 1998. 350 с.
2. Адаменко О.М., Рудько Г.І., Консевич Л.М. Екологічне картування. Івано-Франківськ: Полум'я, 2003. 580 с.
3. Ауров В.В. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. Одеса: ТЕС, 2002. 284 с.
4. Бабак В.П., Білецький А.Я., Приставка О.П., Приставка П.О. Статистична обробка даних: монографія. К.: МІВВЦ, 2001. 388 с.
5. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія. К.: Фітосоціоцентр, 2004. 252 с.
6. Бекетов В.Е. Конспект лекцій з розділу «Методи і прилади контролю концентрацій пилогазових домішок в атмосфері і промислових викидах» з дисципліни «Методи і прилади контролю стану атмосферного повітря». Харків: ХНАМГ, 2011. 40 с.
7. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. 2-ге видання. К.: Либідь, 1995. 368 с.
8. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології. К.: Либідь, 2004. 408 с.
9. Блінкова О.І. Синекологічні основи діагностики антропогенної трансформації лісових екосистем: автореферат дис д-ра біол наук, спеціальність «Екологія». К., НУБІП, 2021. 51 с.
10. Боголюбов В.М., Клименко О.М., Мокін В.Б. та ін. Моніторинг довкілля. 2-ге видання, перероблене та доповнене. Вінниця: ВНТУ, 2010. 232 с.
11. Бровдій В.М. Закони екології. К.: Освіта України, 2007. 380 с.
12. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: навч. посіб. Чернівці: Рута, 2001. 272 с.
13. Величко О.М., Зеркалов Д.В. Екологічний моніторинг. К.: Науковий світ, 2001. 205 с.
14. Волошин І.М. Методика дослідження проблем природокористування. Львів: ЛДУ, 1994. 156 с.
15. Волошин І. М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. Львів: Ліга-Прес, 1998. 356 с.
16. Герасимов И.П. 1975. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. *Известия АН СССР. Серия география*, №3: 13–25.
17. Голубець М.А. *Екосистемологія*. Львів: Поллі, 2000. 316 с.
18. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовно допустимі рівні (ОДР) шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового користування / №336 від 11.07.1991 р. Нормативно-директивні документи МОЗ України.
19. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. К.: Наукова думка, 2012. 342 с.
20. Дьомкін О.В. Вступ до екологічної політики. К.: Тандем, 2000. 194 с.

- 21.Зубик С.В Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища. Львів: Оріяна-Нова, 2007. 400 с.
- 22.Ісаєнко В.М., Лисиченко Г.В., Дудар Т.В., Франчук Г.М. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. К.: НАУ, 2009. 312 с.
- 23.Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л., 1979. 375 с.
- 24.Клименко М. О Моніторинг довкілля: практикум. К.: Кондор, 2010. 284 с.
- 25.Клименко М.О., Прищепа А.М. Моніторинг довкілля: підручник. К.: Академія, 2006. 360 с.
- 26.Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навчальний посібник. К.: Либідь, 2003. 208 с.
- 27.Козловський Б.І. Наукові основи моніторингу осушених земель. Львів: Наука, 1995. 215 с.
- 28.Корабльова А.І. Екологія: взаємовідносини людини і навколишнього середовища. Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2003. 364 с.
- 29.Костицький В.В. Екологія перехідного періоду: право, держава, економіка. К.: Екологічна безпека, 2001. 772 с.
- 30.Крайнюков О.М. Моніторинг довкілля: підручник. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. 176 с.
- 31.Красовський Г.Я., Петросов В.А. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водопостачання міст. К.: Наукова думка, 2003. 224 с.
- 32.Кулбанов С.Х., Шпаківський Р.В. Моніторинг довкілля: навчально-методичний посібник. К., 1998. 117 с.
- 33.Лавров В.В. Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми) //Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України/ [ОВ Дудкін, АВ Єна, ММ Коржнев та ін.]. 2003. С. 156–272.
- 34.Лазебна О.М. Моніторинг навколишнього середовища: навчальний посібник. 2-е вид.. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2013. 181 с.
- 35.Левківський С.С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів. К.: Либідь, 2001. 280 с.
- 36.Лялюк О.Г., Ратушняк Г.С. Моніторинг довкілля: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2004. 140 с.
- 37.Медведев В.В. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління. К.: Урожай, 1992. 244 с.
- 38.Моніторинг ґрунтів. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/urpravovomu-poli/item/1783-monitorynh-hruntiv.html>
- 39.Моніторинг земель. URL: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/>

40. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0383-04#Text>
41. Мокін В.Б., Мокін Б.І., Костров М.М., Зіскінд Ю.Л. Автоматизована система екоінспекційного контролю стану забруднення довкілля України та викидів. Вінниця: Універсум-Вінниця, 2009. 192 с.
42. Мошинський В.С., Солодка Т.М. Моніторинг осушуваних земель: біологічно-індикаційний підхід. Рівне: НУВГП, 2018. 220 с.
43. Надточій П.П., Гермашенко В.Г., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту та його забруднення. К.: Аграрна думка, 1998. 122 с.
44. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна», 2017. Київ, Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 176 с.
45. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
46. Огурцов А.П. Сучасне довкілля та шляхи його покращання. К., 2003. 547 с.
47. Панас Р.М. Основи моніторингу та прогнозування використання земель. Л.: Новий Світ, 2007. 224 с.
48. Патика В.П., Тараріко О.Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 256 с.
49. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: КНТ, 2007. 172 с.
50. Посудін Ю.І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. Київ: Світ, 2003. 288 с.
51. Постанова КМУ «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text>
52. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>
53. Порядок розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0635-21#Text>
54. Порядок здійснення державного моніторингу вод. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>
55. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#n16>

56. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text>
57. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ-Т, 1998. 28 с.
58. Рома В.В., Степова В.В. Моніторинг довкілля: навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117 с.
59. Рудько Г., Адаменко О. Екологічний моніторинг геологічного середовища: підручник. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2001. 260 с.
60. Сафронов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: КНТ, 2007. 172 с.
61. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка-центр, 2001. 264 с.
62. Сліпченко В.Г. Екологічний моніторинг: підручник. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Політехніка, 2018. 303 с.
63. Стратегія сталого розвитку: Європейські горизонти [Електронний ресурс]: підручник / І.Л. Якименко, Л.П. Петрашко, Т.М. Димань, О.М. Салавор, Є.Б. Шаповалов, М.А. Галабурда, О.В. Ничик, О.В. Мартинюк. К.: НУХТ, 2022. 337 с.
64. Шепак В.В. Моніторинг та охорона земель: навчальний посібник. Полтава: ПолНТУ, 2017. 120 с.
65. Школьний А.К. Контрольно-вимірювальні прилади в екології. Ів.-Франківськ, 2005. 328 с.
66. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
67. Юрченко Л.І. Екологія: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2021. 304 с.
68. Якість ґрунту. Відбирання проб. ДСТУ 4287:2004. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
69. Commoner B. The closing circle, nature, man and technology. Knopf, 1971. 326 p.
70. Miller R.J., Mann K.H. 1973. Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. III. Energy transformations by sea urchins. *Marine Biology* 18: 99–114.
71. Odum E.P. Basic Ecology: fundamentals of ecology. Holt-Saunders (Japan), 1983. 325 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Фізичні показники якості водопровідної води

Температура води. Температура природних вод залежить від їхнього походження. Води підземних джерел відрізняються сталістю температури, причому зі збільшенням глибини залягання вод сезонні коливання температури зменшуються. Навпаки, температура вод відкритих водойм (рік, ставків, водоймищ) значно змінюється, що зв'язано з нагріванням і охолодженням водойм. Так, температура води Дніпра змінюється протягом року від 0,1 (взимку) до 28° С (влітку). Крім сезонних змін на температуру води в окремих місцях відкритих водойм впливає надходження в них підземних вод, а також теплових викидів промисловості. Оптимальна температура води для пиття становить 7–11° С.

Прозорість чи мутність води. Природні води, особливо поверхневі, майже ніколи не бувають прозорими через наявність у них зважених часток глини, піску, мулу, водоростей і інших речовин мінерального чи органічного походження. Причиною мутності річкових і озерних вод є складові частини ґрунтів і гірських порід, що вимиваються ріками зі свого русла, а також талі води і зливовий змив, тобто тверді осади, змивані дощами з ґрунту лісів, полів, лугов і вулиць населених пунктів. Зливовий змив у період сильних дощів підвищує мутність води в кілька разів. У великих водоймах помутніння води відбувається за рахунок скаламучення осадів із дна внаслідок хвилювання у вітряну погоду, у результаті масового розвитку одноклітинних водоростей і за іншими причинами.

Кольоровість води. Чиста вода, узята в малому обсязі, безбарвна. У товстому шарі вона має блакитнувато-зелений відтінок. Інші відтінки свідчать про наявність у ній різних розчинених і зважених домішок. Для з'ясування природи кольорової води необхідно в кожному конкретному випадку встановити причину, що викликала появу того чи іншого кольору. Зміну кольоровості води обумовлюють органічні сполуки. Деякі з них входять до складу організмів, що населяють воду, а частина є продуктами їхньої життєдіяльності чи розпаду. У природній воді встановлена присутність гумусових і дубильних речовин, білково- і вуглеводоподібних сполук, жирів, органічних кислот і вітамінів. Іноді джерелом забарвлених органічних сполук у водоймах служать промислові і побутові стоки. Колоїдні сполуки заліза додають воді відтінки від жовтуватих до зелених. При цвітінні водойм у залежності від виду організмів вода здобуває ясно-зелене забарвлення (при масовому розвитку водоростей із групи протококових), зеленувато-буре (при розвитку діатомових), темно-буре (при розвитку перидінієвих) чи смарагдово-зелене (при розвитку синьо-зелених). При попаданні у воду відходів різних виробництв колір її може значно змінюватися в залежності від забарвлення забруднюючих речовин. Колір природних вод відкритих водойм найчастіше обумовлений гумусовими речовинами, що забарвлюють воду в різні відтінки жовтого і бурого кольорів. Гумусові речовини утворюються в результаті розкладання нестійких органічних речовин до більш простих хімічних сполук і наступного синтезу нових, стійких сполук.

Смак, присмак і запах води. У природній воді розрізняють чотири смаки: солоний, гіркий, солодкий і кислий. Природні води, використовувані для

водопостачання, можуть мати солоний чи гіркий смак, що зв'язано з присутністю надлишку розчинених солей. Зокрема, надлишок $MgSO_4$ викликає гіркий смак, надлишок $NaCl$ – солоний. Кислий смак мають мінеральні води при надлишку розчиненої вуглекислоти. Крім смаку вода може мати присмак, викликаний надлишком розчинених солей, що не підходить під приведену вище класифікацію. Так, солі закису заліза і марганцю додають воді чорнильний чи залозистий присмак, $CaSO_4$ – в'язкий. У деяких випадках присмак є уявним. Враження про нього створюється під дією домішок на органи нюху, а не смаку.

Розрізняють запахи води природного і штучного походження. Причиною запахів природного походження може бути хімічний склад домішок води, живучі і відмерлі у воді організми, рослинні залишки, що загнивають, специфічні органічні сполуки, що виділяють деякі водорості і мікроорганізми. До цих запахів відносяться і: ароматичний, болотний, гнильний, деревний, землястий, запах цвілі, рибний, трав'янистий, невизначений, а також запах сірководню, часто зумовлений присутністю останнього у воді.

Речовини, що обумовлюють запахи природного походження, є складними сумішами ароматичних вуглеводнів і кисневмісних сполук (спирти, альдегіди, кетони, складні ефіри). Вони летучі, руйнуються сильними окислювачами і добре поглинаються активованим вугіллям. Запахи штучного походження, викликані домішками промислових стічних вод, називають по відповідним речовинах: фенольний, хлорфенольний, нафтовий тощо.

Характер і інтенсивність запаху і смаку води визначається органолептично (за допомогою органів почуттів). Межа смакових відчуттів людини досить висока (наприклад, хлорфенол виявляється на смак при концентрації $0,000004$ мг/л). Набагато складніше визначати інтенсивність запаху, оскільки у значній мірі позначається суб'єктивність відчуттів дегустатора. За прийнятою методикою смак і запахи води визначаються безпосередньо дегустуванням холодної і підігрітої води (присмаки і запахи при цьому підсилюються) і оцінюються по п'ятибальній шкалі.

Шкали органолептичних показників води

Таблиця Б.1 - Характеристика запаху, смаку та присмаку

Інтенсивність, бал	Запах, смак і присмак
0	не виявляються
1	виявляються лише досвідченим дегустатором
2	виявляються споживачем
3	виявляються легко і є причиною скарг
4	сильний запах і присмак, що роблять воду непридатною для пиття
5	мають таку інтенсивність, при якій вода непридатна для пиття

Таблиця Б.2 - Характеристика запаху

Інтенсивність запаху	Характер прояву запаху	Бал
немає	запах не відчувається	0
дуже слабка	запах не відчувається споживачем, але може виявитись при лабораторному дослідженні	1
слабка	запах помічається споживачем, якщо звернути на це його увагу	2
помітна	запах легко помічається і викликає несхвальний відгук	3
виразна	запах звертає на себе увагу і змушує утриматися від пиття	4
дуже сильна	запах настільки сильний, що робить воду непридатною до вживання	5

Таблиця Б.3 - Характеристика смаку і присмаку

Інтенсивність смаку і присмаку	Характер прояву смаку і присмаку	Бал
немає	смак і присмак не відчуються	0
дуже слабка	смак і присмак не відчуються споживачем, але виявляються при лабораторному дослідженні	1
слабка	смак і присмак помічаються споживачем, якщо звернути на це його увагу	2
помітна	смак і присмак легко помічаються і викликають несхвальний відгук про воду	3
виразна	смак і присмак звертають на себе увагу і змушують утриматися від пиття	4
дуже сильна	смак і присмак настільки сильні, що роблять воду непридатною до вживання	5

Характеристика насаджень
Таблиця В.1 - Санітарний стан насаджень

Бал	Характеристика стану дерев
1	Дерева здорові. Відсутні зовнішні ознаки ушкодження, величина приросту відповідає нормі.
2	Ослаблені дерева. Крона слабко ажурна, окремі гілки засохли. Листки та хвоя з жовтим відтінком. У хвойних дерев на стовбурі сильне виділення смоли та відмирання кори на окремих ділянках.
3	Сильно ослаблені дерева. Крона зріджена зі значним усиханням гілок. Верхівка суха. Листки світло-зелені, дрібні або інколи збільшені, хвоя з бурим відтінком. Вона утримується 1-2 роки. Приріст незначний або відсутній. Сильне виділення смоли. Значні відмерлі ділянки кори.
4	Дерева, що всихають. Засихання гілок по всій кроні. Листки дрібні, недорозвинені, блідно-зелені з жовтуватим відтінком, ранній листопад. Хвоя на 60% ушкоджена. Приріст відсутній. На стовбурах дерев сліди заселення короїдами та іншими шкідниками.
5	Сухі дерева. Крона суха. Листки відсутні. Хвоя жовта, бура, майже осипалась. Стовбури заселені різноманітними шкідниками деревини.

Мапи ґрунтового покриву

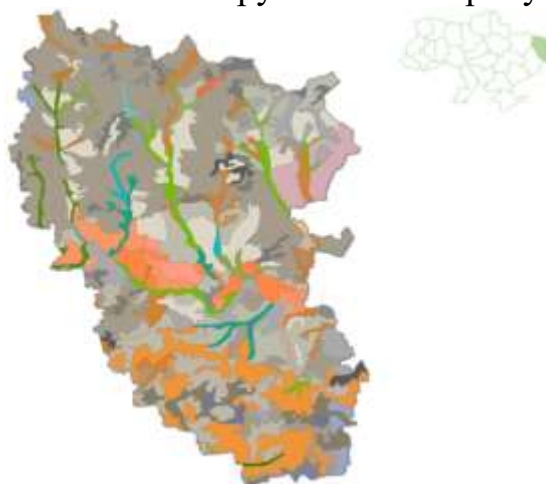


Рисунок Г.1 - Мапа типів ґрунтів Луганської області

Дерново-підзолисті ґрунти	Лучно-чорноземні ґрунти переважно на лесовидних породах
Дерново-підзолисті оглеєні ґрунти на давньоалювіальних/воднольодовикових відкладах, морені та лесовидних породах	Лучно-чорноземні ґрунти
Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глейові супіщані та суглинкові ґрунти	Лучно-чорноземні поверхнево-солонцюваті ґрунти
Опідзолені ґрунти	Лучно-чорноземні глибоко-солонцюваті ґрунти
Опідзолені ґрунти переважно на лесових породах	Лучні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах
Чорноземи опідзолені	Лучні та чорноземно-лучні ґрунти
Реградовані ґрунти на лесових породах	Лучні та чорноземно-лучні поверхнево-солонцюваті ґрунти
Темно-сірі та сірі реградовані ґрунти	Лучні та чорноземно-лучні глибоко-солонцюваті ґрунти
Чорноземи	Лучно-болотні, болотні. Торфовища
Чорноземи глибокі на лесових породах	Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах
Чорноземи глибокі середньогумусні	Лучно-болотні солонцюваті ґрунти
Чорноземи глибокі середньогумусні вилуговані	Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах
Чорноземи глибокі середньогумусні карбонатні	Болотні солонцюваті ґрунти
Чорноземи звичайні на лесових породах	Дернові ґрунти
Чорноземи звичайні середньогумусні глибокі	Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти
Чорноземи звичайні середньогумусні	Дернові оглеєні ґрунти
Чорноземи звичайні малогумусні	Дернові супіщані та суглинкові ґрунти
Чорноземи звичайні малогумусні неглибокі	Піски слабозадерновані, слабогумусовані і негумусовані
Чорноземи південні на лесових породах	Дернові ґрунти на елювії некарбонатних порід
Чорноземи південні малогумусні	Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід
Чорноземи на щільних глинах	Дернові опідзолені ґрунти та оглеєні їх види
Чорноземи солонцюваті на щільних глинах	
Чорноземи переважно щебенюваті на елювії твердих некарбонатних порід	
Чорноземи переважно щебенюваті на елювії твердих некарбонатних порід	
Чорноземи переважно щебенюваті на елювії щільних карбонатних порід	
Чорноземи карбонатні на елювії щільних карбонатних порід	
Чорноземні глинисто-піщані та супіщані ґрунти	
Чорноземні глинисто-піщані та супіщані ґрунти	
Чорноземи залишково-солонцюваті на лесових породах	
Чорноземи звичайні залишково-солонцюваті	
Чорноземи солонцюваті на нелесових породах	
Чорноземи солонцюваті на елювії дочетвертинних щільних порід	

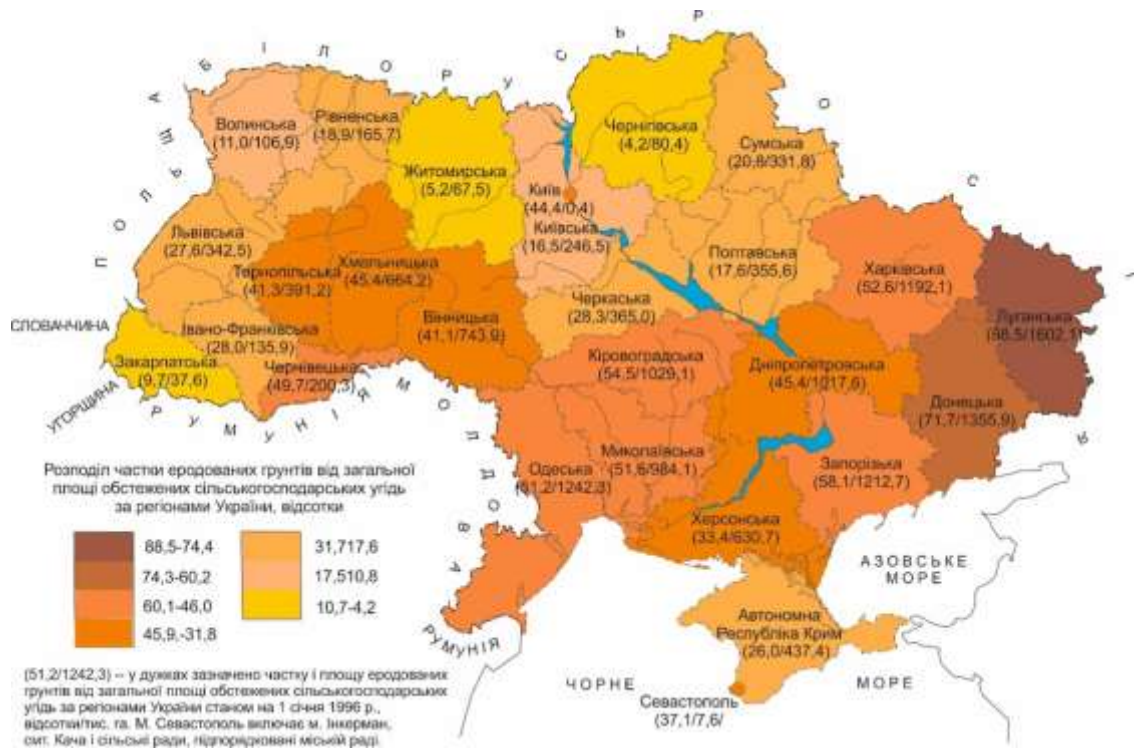


Рисунок Г.2 - Еродовані ґрунти сільськогосподарських угідь за регіонами України

Навчально-методичне видання
Курс лекцій і практичні завдання
з дисципліни
«Моніторинг довкілля»

для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 101 Екологія

Моніторинг довкілля: курс лекцій і практичні завдання / укладачі:
Блінкова О. І., Березенко К. С. – Полтава: ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023
– 167 с.

Видавництво ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» вул.
Старосвітська 52, м. Миргород, Полтавська область, Україна, 37600 тел: 095-620-10- 20; e-mail:
luguniv.info.edu@gmail.com Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3459 від 09.04.2009.