

7901

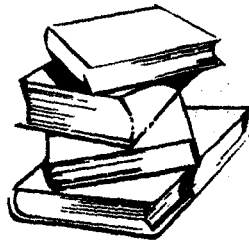


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**О.В. НИЧИК**

**КУРС ЛЕКЦІЙ**

# МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ



**КИЇВ НУХТ 2011**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**О.В. НИЧИК**

**МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ**

**КУРС ЛЕКЦІЙ**

для студентів напрямку 6.040106  
“Екологія, охорона навколишнього середовища  
та збалансоване природокористування”  
денної та заочної форм навчання

**КИЇВ НУХТ 2011**

**Ничик О.В.** Моніторинг довкілля: Курс лекцій для студ. напрямку 6.040106  
“Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування” ден. та заоч. форм навч. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

Рецензент **О.І. Семенова**, канд. техн. наук

**О.В. НИЧИК**, кандидат техн. наук

**Видання подається в авторській редакції**

© О.В. Ничик, 2011  
© НУХТ, 2011

## 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ

Основні задачі курсу «Моніторинг довкілля» полягають у вивченні основних елементів моніторингу довкілля, включаючи й автоматичний дистанційний моніторинг (як наземний, так і аерокосмічний). 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.). Перші пропозиції з нагоди такої системи були розроблені експертами спеціальної комісії SCOPE у 1971 р. Основні елементи моніторингу як системи, вперше описані у роботі Р. Манна (R. Mann, 1973). Формуванню наукових основ сучасного моніторингу навколишнього середовища були присвячені роботи академіка І. П. Герасимова (Герасимов, 1975, 1976) і професора Ю. А. Ізраеля (Ізраель, 1984), в яких розроблені основні принципи формування системи екологічного моніторингу, а також частково відображені міжнародні аспекти глобальної системи моніторингу.

Професор Ю. А. 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 (*control* – англійською означає як контроль, так і управління). В нашій науково-технічній літературі термін «контроль» передбачає тільки одержання та аналіз інформації і не передбачає активних дій. *Моніторинг довкілля* в сучасному розумінні можна розглядати як аналітично-інформаційну систему, яка охоплює такі основні напрями:

- 1) *спостереження* за станом довкілля та за факторами, які впливають на окремі елементи довкілля;
- 2) *оцінювання та аналіз* фактичного стану всіх складових довкілля;
- 3) *прогнозування* стану довкілля і оцінювання цього стану;
- 4) *забезпечення* науково-інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень.

Таким чином, **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.

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 та 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.

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». Загалом, до блоків оцінювання часто відносять процедури аналізу та обробки даних спостережень, а до блоку прогнозування – процеси моделювання змін стану довкілля. Блоки «Спостереження», «Оцінка фактичного стану» та «Прогноз стану довкілля» тісно пов'язані між собою, оскільки прогноз стану навколишнього середовища можливий лише за наявності достатньої інформації про його фактичний стан (прямий зв'язок). Прогноз, з одного боку, має враховувати дані спостережень та закономірності зміни стану природного середовища, а з іншого боку – спрямованість прогнозу, значною мірою, повинна визначати структуру та склад мережі спостереження (зворотний зв'язок). Дані, що отримані в результаті спостережень чи прогнозу та характеризують стан навколишнього природного середовища, повинні оцінюватись в залежності від того, в якій галузі людської діяльності вони використовуються (за допомогою спеціально вибраних чи розроблених критеріїв). 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. При таких оцінках обов'язковим є визначення допустимих навантажень на навколишнє природне середовище з урахуванням інтегральних характеристик і показників. Безпосереднє визначення таких показників є певним етапом оцінювання стану довкілля, оскільки в результаті таких вимірювань можна відповісти на питання про його стан.

Постанова Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. № 785 «Положення про державний моніторинг навколишнього середовища» (яка, однак, вже втратила чинність) визначала такі види моніторингу довкілля в Україні, які стали загальноприйнятими: загальний (стандартний), оперативний (кризовий), 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 та 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 та біосферних заповідниках, а також на інших природоохоронних територіях.

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 тощо, то 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 три рівні:

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

Є чимало інших підходів до класифікації систем моніторингу за різними критеріями (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

<i>Узагальнена схема класифікації систем моніторингу</i>	
Принцип класифікації	Існуючі або перспективні системи моніторингу
За універсальністю системи	Глобальний, включаючи фоновий та палеомоніторинг. Національний, «міжнародний» (моніторинг транскордонного переносу ЗР), регіональний
За реакцією основних складових біосфери	Геофізичний моніторинг, біологічний моніторинг (в тому числі генетичний), екологічний моніторинг (включаючи геофізичний і біологічний)
За основними складовими біосфери	Моніторинг антропогенних змін в атмосфері, гідросфері та літосфері
За джерелами впливу	Моніторинг джерел забруднень, інгредієнтний моніторинг (окремих забруднювальних речовин, радіоактивних випромінювань, шумів тощо)
За факторами впливу	Біотичний та абіотичний
За рівнем гостроти та глобальності	Моніторинг океану, клімату Землі, моніторинг озоносфери тощо
За методами спостережень	Аерокосмічний моніторинг (дистанційні методи). Моніторинг за фізичними, хімічними та біологічними показниками
За системністю підходу	Медико-біологічний або санітарно-гігієнічний (стану здоров'я населення), біоекологічний, кліматичний. Варіанти: біо-, геоекологічний, біосферний, природно-господарський та ін.

**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 та виконання заходів у даному регіоні, тобто на національному рівні. Найбільш універсальним підходом до формування систем моніторингу є організація глобальної системи моніторингу з одночасним вирішенням всіх задач, які виникають при цьому. Тут необхідно виділити моніторинг антропогенних забруднень та моніторинг антропогенних збурень і змін, не пов'язаних із забрудненнями.

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 (ДСМД), 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. Моніторинг довкілля здійснюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища (Мінприроди), Держгідрометслужбою Міністерства надзвичайних ситуацій (МНС), Міністерством охорони здоров'я (МОЗ), Міністерством аграрної політики (МАП), Держкомлісгоспом, Держводгоспом, Держкомземом, Держжитлокомунгоспом, Держгеослужбою Мінприроди 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 та регіональними програмами реалізації відповідних природоохоронних заходів.

Моніторинг довкілля здійснюють:

1. *Мінприроди* – атмосферного повітря та опадів (вміст забруднювальних речовин (далі – ЗР), у т.ч. радіонуклідів (РН), транскордонне перенесення ЗР); джерел промислових викидів в атмосферу (вміст ЗР, у т.ч. РН); поверхневих і морських вод (гідрохімічні та гідробіологічні визначення, вміст ЗР, у т.ч. РН); підземних вод (гідрогеологічні та гідрохімічні визначення складу і властивостей, у т.ч. залишкової кількості пестицидів та агрохімікатів, оцінка ресурсів); джерел скидів стічних вод (вміст ЗР, у т.ч. РН); водних об'єктів у межах природоохоронних територій (фонова кількість ЗР, у т.ч. РН); ґрунтів різного призначення, у т.ч. на природоохоронних територіях (вміст ЗР, у т.ч. РН); геохімічного стану ландшафтів (вміст та 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); державне еколого-геологічне картування території України для оцінювання стану геологічного середовища та його змін під впливом господарської діяльності; наземних і морських екосистем (фонові кількості ЗР, у т.ч. РН); звалищ промислових та побутових відходів (склад відходів, вміст ЗР, у т.ч. РН);

2. МНС (на територіях, підпорядкованих Адміністрації зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення, а також в інших зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС) – атмосферного повітря (вміст ЗР, у т.ч. РН); поверхневих та підземних вод (вміст ЗР, у т.ч. РН); наземних і водних екосистем (біоіндикаторні визначення); ґрунтів і ландшафтів (вміст ЗР, РН, просторове поширення); джерел викидів в атмосферу (вміст ЗР, обсяги викидів); джерел скидів стічних вод (вміст ЗР, обсяги скидів); об'єктів поховання радіоактивних відходів (вміст РН, радіаційна обстановка);

3. МОЗ (у місцях проживання і відпочинку населення, у т.ч. на природних територіях курортів) – атмосферного повітря (вміст шкідливих хімічних речовин); поверхневих вод суші та 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, наявність яєць геогельмінтів); фізичних факторів (шум, електромагнітні поля, радіація, вібрація тощо);

4. Мінагрополітики (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 та продуктів з них (РЛ та ТЛ, ЗКП, АХ і ВМ); сільськогосподарських тварин та 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 та підтоплення територій);

7. *Держкомзем* – ґрунтів та ландшафтів (вміст ЗР, прояви ерозійних та інших екзогенних процесів, просторове забруднення земель об'єктами промислового та сільськогосподарського виробництва); рослинного покриву земель (видовий склад, показники розвитку та ураження рослин); зрошуваних та 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 та селищах міського типу (ступінь пошкодження ентомошкідниками, фітозахворюваннями тощо); підтоплення міст та селищ міського типу (небезпечне підняття рівня ґрунтових вод).

Крім цих основних суб'єктів моніторингу довкілля, традиційно виділяють ще такі:

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);

10. *Держгеослужба* – підземних вод (гідрогеологічні та гідрохімічні визначення складу і властивостей, у т.ч. залишкової кількості пестицидів і агрохімікатів, оцінювання ресурсів); ендегенних та екзогенних процесів (видові і просторові характеристики, активність прояву); геофізичних полів (фонові та аномальні визначення); геохімічного стану ландшафтів (вміст і поширення елементів та сполук).

Всі суб'єкти державної системи моніторингу повинні забезпечувати постійне вдосконалення підпорядкованих їм мереж спостережень за станом довкілля, уніфікацію методик спостережень та лабораторних аналізів, приладів і систем контролю, створення банків даних для їх багатопільового 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. Взаємовідносини суб'єктів системи моніторингу ґрунтуються на:

- взаємній інформаційній підтримці рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання ресурсів та екологічної безпеки;

- координації дій для забезпечення функціонування системи екологічного моніторингу довкілля;

- ефективному використанні наявних організаційних структур, засобів спостережень та комп'ютеризації процесів діяльності;

- сприянні найбільш ефективному розв'язанню спільних завдань моніторингу довкілля та екологічної безпеки;
- відповідальності за повноту, своєчасність і достовірність інформації;
- колективному використанні інформаційних ресурсів та комунікаційних засобів;
- безкоштовному інформаційному обміні.

*Мінприроди* разом з *МНС* за погодженням з іншими суб'єктами системи моніторингу встановлює спеціальні регламенти спостереження за екологічно небезпечними об'єктами, критерії визначення і втручання у разі виникнення або загрози виникнення надзвичайних екологічних ситуацій.

Центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, установи, організації та громадяни повинні негайно інформувати *Мінприроди*, *МНС* та їх органи на місцях про виникнення або загрозу виникнення надзвичайних екологічних ситуацій будь-якого походження.

Попередження про виникнення або загрозу виникнення небезпечних природних явищ, оцінювання їх розвитку і можливих наслідків покладається на:

- *Держгідрометслужбу МНС* – метеорологічні, гідрологічні та геліогеофізичні явища на суші та на морі;
- *Держгеослужбу Мінприроди* – екзогенні та ендегенні геологічні процеси.

Центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, установи, організації, громадяни, які володіють об'єктивною інформацією про виникнення або загрозу виникнення небезпечних природних явищ, повинні негайно надавати її органам *МНС* та *Мінприроди* України. Державне еколого-геологічне картування території країни та її частин здійснюють підприємства, установи та організації, що також належать до сфери управління *Держгеослужби*.

Оцінювання впливу забруднення довкілля на стан здоров'я населення покладається на *МОЗ* та його органи на місцях (зокрема, на *санітарно-епідеміологічні станції – СЕС*), які повинні своєчасно інформувати органи державної влади та органи місцевого самоврядування про негативні тенденції або кризові зміни стану здоров'я населення внаслідок погіршення екологічної обстановки.

*НКАУ* надає всім зацікавленим суб'єктам системи моніторингу архівну та поточну інформацію з дистанційного зондування Землі, а також методичну і технічну допомогу користувачам щодо інтерпретації та використання аерокосмічних даних.

Органи *Держводгоспу* надають усім зацікавленим суб'єктам системи моніторингу інформацію про державний облік використання вод та скидання стічних вод водокористувачами.

Органи *Мінагрополітики* надають усім зацікавленим суб'єктам системи моніторингу інформацію про фізичні, геохімічні та біологічні зміни якості ґрунтів сільськогосподарського призначення.

Органи *Держкомзему* надають усім зацікавленим суб'єктам системи моніторингу інформацію про стан земельного фонду, структуру землекористування, трансформацію земель, заходи щодо запобігання негативним процесам та ліквідації їх наслідків.

*Національне агентство з питань інформатизації* при Президентові України сприяє використанню в системі моніторингу сучасних комп'ютерних і комунікаційних засобів, які рекомендуються до застосування в національній інформаційній інфраструктурі.

Право володіння, користування та розпорядження інформацією, одержаною під час виконання загальнодержавної і регіональних (місцевих) програм моніторингу довкілля, регламентується законодавством.

*Мінприроди, МНС* та їх органи на місцях здійснюють оперативне управління інформацією, одержаною на всіх рівнях функціонування системи моніторингу.

#### *Питання до самоперевірки*

1. Дайте визначення системи моніторингу довкілля. Коли розпочались роботи зі створення системи моніторингу на міжнародному рівні?
2. Назвіть основні етапи (структурні блоки) моніторингу довкілля.
3. Які є принципи класифікації систем моніторингу довкілля?
4. Які види моніторингу Ви знаєте?
5. Які виділяють рівні системи моніторингу довкілля?
6. Дайте визначення загального, кризового та фонового моніторингу. Якою постановою затверджено положення про систему моніторингу довкілля в Україні?
7. Які основні фактори антропогенного впливу на довкілля Ви знаєте?
8. Які класифікації показників та індикаторів в системі моніторингу довкілля Ви знаєте?
9. Які Ви знаєте об'єкти системи державного моніторингу України?
10. Наведіть перелік суб'єктів системи державного моніторингу України та їх основних завдань щодо моніторингу довкілля.

## **2. ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ ЗА СКЛАДОВИМИ БІОСФЕРИ**

При організації системи моніторингу у будь-яких масштабах і з будь-якими цілями, зокрема при організації системи національного екологічного моніторингу, найбільш ефективним є створення комплексної системи моніторингу джерел забруднень, забруднювальних речовин (ЗР) та інших факторів впливу у різних складових біосфери – атмосфері, гідросфері та літосфері.

## 2.1. Організація моніторингу за станом атмосферного повітря

Під *моніторингом атмосферного повітря* мають на увазі інформаційно-технічну систему спостережень, оцінювання та 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 3 суб'єкти державної системи моніторингу довкілля: МНС (зокрема, Державна гідрометеорологічна служба), Мінприроди (Державна екологічна інспекція), 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 ЗР, які потрапляють в атмосферу, є результатом різноманітних енергетичних процесів – від видобутку до переробки та 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).

Окрім місця в системі державного моніторингу стану атмосфери та викидів займає моніторинг парникових газів, на викиди яких *Киотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату* встановлюються спеціальні квоти для кожної країни, що підписала та ратифікувала цей протокол, включаючи Україну: діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гідрофторвуглеводні, перфторвуглеводні, гексафторид сірки ( $\text{SF}_6$ ).

Спостереження за *забрудненням атмосфери (ЗА)* здійснюються в країнах СНД з початку 60-х років 20-го сторіччя.

Державною гідрометеорологічною службою здійснюються спостереження за забрудненням атмосферного повітря у 53 містах України на 162 стаціонарних, двох маршрутних постах спостережень та двох станціях транскордонного переносу. Крім того, спостереження за кислотністю атмосферних опадів здійснюються на 50 метеостанціях. Спостереження за хімічним складом атмосферних опадів проводяться на 33 метеостанціях. Програма обов'язкового моніторингу якості атмосферного повітря включає вісім забруднювальних речовин: пил, двоокис азоту ( $\text{NO}_2$ ), двоокис сірки ( $\text{SO}_2$ ), оксид вуглецю, формальдегід ( $\text{H}_2\text{CO}$ ), свинець та бенз(а)пірен, а також радіоактивні речовини. Деякі станції здійснюють моніторинг за виявленням додаткових забруднювальних речовин. Важливе місце в системі моніторингу за станом атмосферного повітря займає інформація щодо транскордонного перенесення забруднювальних речовин, і такі спостереження здійснюються у мережі Державної гідрометеорологічної служби. З метою виконання зобов'язань за протоколами до Конвенції про транскордонне забруднення атмосферного повітря на великі відстані Мінприроди розпочато проект щодо

створення міжнародної станції ЕМЕП в українській частині дельти Дунаю на території Дунайського біосферного заповідника.

В Україні наукові та методологічні основи організації мережі спостережень виконує УкрНДГМІ та підрозділи Міністерства охорони навколишнього природного середовища.

Основна мета моніторингу за станом атмосферного повітря полягає у забезпеченні зацікавлених державних та громадських органів, підприємств, установ й інших організацій систематичною інформацією про рівень забруднення атмосфери і про прогнози його змін під впливом господарської діяльності і метеорологічних умов.

Стандартна мережа моніторингу повинна забезпечити надходження інформації про стан атмосферного повітря, на основі якої можна вирішувати такі задачі:

- оцінювати *рівень забруднення атмосфери (РЗА)*;
- 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 (СЗЗ)*;
- уточнювати та перевіряти розрахункові методи розсіювання димів від джерел забруднення АП;
- оцінювати фонове забруднення атмосфери.

Для успішного вирішення всіх цих задач необхідно грамотно визначити методи вимірювань, оптимальні значення періодичності спостережень і кількості постів, а також сформулювати програму роботи стандартної мережі моніторингу.

Забруднення АП спричиняють процеси та явища, що відбуваються як у природі, так і під час промислової та побутової діяльності людини. В атмосфері завжди міститься природний пил, який виникає внаслідок природних явищ. За походженням він буває таких видів:

- мінеральний пил (продукт вивітрювання і руйнування гірських порід, виверження вулканів, лісових, степових та торф'яних пожеж; сіль, яка потрапляє в повітря при розбризкуванні та випаровуванні морської води та ін.);
- органічний пил, що складається з решток живих організмів, які живуть або потрапляють в атмосферу і представлені аеропланктоном (бактеріями, спорами грибів, пилом рослин) або продуктами гниття та розкладання відмерлих решток рослин і тварин);
- космічний пил (рештки згорілих метеоритів).

Штучне (антропогенне) забруднення обумовлено діяльністю людини, внаслідок чого відбуваються суттєві зміни природного складу атмосфери.

За особливостями будови та впливу на атмосферу та біосферу в цілому розрізняють:

– механічні ЗР (частинки піску та ґрунту, що піднімаються в повітря при пилових бурях та при виконанні сільськогосподарських технологічних процесів; викиди цементних заводів та металургійних комбінатів; попіл і сажа від згоряння вугілля; часточки гуми з автомобільних шин тощо);

– хімічні – пиловаті та газоподібні речовини, здатні вступати в хімічні реакції з іншими речовинами при нормальних погодно-кліматичних умовах (оксиди сірки, азоту, вуглецю; солі важких металів; радіонукліди тощо).

Основними джерелами забруднення атмосфери в Україні та більшості країн світу є:

- об'єкти теплоенергетики;
- транспорт (переважно автотранспорт);
- підприємства чорної та кольорової металургії;
- підприємства хімічної промисловості;
- підприємства агропромислового комплексу (тваринницькі комплекси, рілья і рослинництво, консервні заводи тощо);
- об'єкти видобутку та переробки природних копалин;
- підприємства машинобудування;
- будівельні майданчики.

Транспорт (особливо автомобільний) є одним з основних джерел забруднення атмосфери. До складу вихлопних газів входить близько 400 хімічних сполук, з яких найбільш токсичні  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ , альдегіди, Pb

Джерелом викиду твердих часток в металургії є виробництво чавуну, сталі, феросплавів. Кольорова металургія є джерелом пилу та потужних газоподібних викидів  $\text{SO}_2$ , оксидів As, Pb, Sb і Cu.

У машинобудівному та металообробному виробництві виділяється пил, що містить оксиди Fe, Mn, Mg, Al та ряд інших хімічних елементів.

Гальванічні цехи є джерелом парів HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  або HF. З величезної кількості ЗР, що викидаються підприємствами хімічної промисловості, найбільш токсичними є  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , HF та ін.

При видобуванні та переробці мінеральної сировини атмосфера забруднюється пилом та частинками самої корисної копалини в процесі подрібнення та випалення природних і штучних матеріалів.

При виробництві будівельних матеріалів джерелами надходження в атмосферу твердих часток (карбонати та оксиди кальцію, шлак, цемент тощо) є цементні заводи, установки з виробництва магнезиту, печі випалення цегли, кар'єри, підприємства з випуску ізоляційних матеріалів, керамічні заводи, установки з виробництва асфальту тощо.

Серед джерел забруднення провідні позиції займають, також, підприємства агропромислового комплексу (після підприємств енергетики та транспорту). Суттєвими забруднювачами атмосферного повітря є випаровування тваринницьких ферм та птахофабрик, агропромислових комплексів з виробництва м'яса (аміак, сірковуглець та ін.) і молока, консервних заводів та інших підприємств агропромислового комплексу.

Надзвичайно велике забруднення атмосфери відбувається під впливом теплоелектростанцій (ТЕС). Викиди ТЕС в основному складаються з твердих часток (зола, сажа), оксидів сірки (98- 99% SO<sub>2</sub> і 1-2% SO<sub>3</sub>) і оксидів азоту (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). З'єднуючись з водяною парою, SO<sub>3</sub> дає початок сірчаній кислоті, суспензії якої надзвичайно небезпечні. На процеси окислення SO<sub>2</sub> і перетворення в SO<sub>3</sub> каталітично впливають суспензії важких металів у повітрі – заліза, цинку, марганцю та ін. Тому ці викиди найбільш небезпечні поблизу металургійних комбінатів.

### 2.1.1. Категорії, розміщення та кількість постів спостережень

Існуюча мережа спостережень за забрудненням атмосферного повітря включає *стаціонарні, маршрутні та 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 та реєстрації вмісту ЗР. Серед стаціонарних виділяють опорні стаціонарні пости, які призначені для виявлення довготривалих змін вмісту основних (пил, СО, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) та найбільш поширених специфічних ЗР. До основних ЗР в Україні відносять також формальдегід, бенз(а)пірен та свинець.

*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 (заздалегідь вибраних точок на місцевості) 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. Вони переміщуються відповідно до напрямку факела джерела викидів, що обстежується.

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 та теоретичними дослідженнями. Обстеження території проводять пересувними лабораторіями протягом 1-2 років. Метод називається рекогносцирувальним і широко використовується в Україні та за кордоном.

Таким чином, місця розташування стаціонарних та 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 та адміністративних районах; в районах з різним типом забудови; в парках, зонах відпочинку та там, де відмічаються найбільші середні рівні, що перевищують встановлені порогові значення. Розміщення стаціонарних постів узгоджується з місцевими органами Держгідрометслужби та підрозділів Міністерства охорони здоров'я України.

Стандартна мережа пунктів повинна відповідати таким вимогам:

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

У більшості міст СНД є 3-6 стаціонарних постів, в найбільших – 6-20 (в м. Києві – 16); в більшості міст Західної Європи – 1-3. При організації мережі ЗДССКА було рекомендовано встановлювати стаціонарні пости в містах з розрахунку 1 пост на 10-20 км<sup>2</sup> у рівнинній місцевості та 1 пост – на 5-10 км<sup>2</sup> в пересіченій або залежно від кількості мешканців (табл. 2.1).

*Таблиця 2.1*

**Кількість контрольно-вимірювальних постів в залежності від чисельності населення**

Чисельність населення, тис. осіб	50	50-100	100-200	200-500	500-1000	> 1 млн.
Кількість постів	1	2	3	3-5	5-10	10-20



### 2.1.2. Програми спостережень за забрудненням атмосферного повітря

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 та 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<sub>мр</sub> 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 та 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 та середні за більш тривалий термін.

Одночасно з відбором проб повітря визначають такі метеорологічні параметри: напрям та швидкість вітру, температуру повітря, стан погоди та підстилаючої поверхні. Для стаціонарних постів допускається зміщення всіх термінів спостережень на 1 годину в один бік. Допускається не проводити спостереження у неділю та 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 та метеорологічних умов розсіювання домішок, вони можуть відрізнятись від термінів на стаціонарних і маршрутних постах.

У період несприятливих метеорологічних умов (НМУ), що супроводжуються високим ЗА, проводять спостереження через кожні 3 години. Проби відбирають в місцях з найбільшою густиною населення (на стаціонарних та маршрутних) або під факелом основних джерел забруднення.

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,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_2$ . Зараз в Україні прийнятий пріоритетний список ЗР, за якими повинен здійснюватися контроль. Окрім основних, вимірюють цілий ряд інших специфічних газоподібних домішок, аерозолів та твердих часток (табл.2.2, 2.3)).

Таблиця 2.2

**Загальнопоширені забруднювальні речовини та показники, що їх визначають в атмосферному повітрі та опадах**

Основні забруднювальні речовини в атмосферному повітрі	
1. Пил	6. Бенз(а)пірен
2. Діоксид сірки	7. Формальдегід
3. Оксид вуглецю	8. Радіоактивні речовини (за погодженим переліком)
4. Свинець та його сполуки	
5. Діоксид азоту	
Додаткові інгредієнти атмосферних опадів	
9. Сульфати	15. Калій
10. Хлор	16. Кальцій
11. Азот амонієвий	17. Магній
12. Нітрати	18. pH
13. Гідрокарбонати	19. Кислотність
14. Натрій	

Таблиця 2.3

**Забруднювальні речовини в атмосферному повітрі, моніторинг яких проводиться на регіональному (локальному) рівні**

Назва речовини	Назва речовини
1. Аміак	15. Сірковуглець
2. Анілін	16. Сажа
3. Бензол	17. Етилбензол
4. Озон	18. Хлор
5. Ксилол	19. Толуол
6. Кислота азотна	20. Хлоранілін
7. Кислота сірчана	21. Залізо та його сполуки
8. Водень хлористий	22. Кадмій та його сполуки
9. Фтористий водень	23. Мідь та її сполуки
10. Водень сіаністий	24. Миш'як та його сполуки
11. Сірководень	25. Нікель та його сполуки
12. Фенол	26. Хром та його сполуки
13. Оксид азоту	27. Цинк та його сполуки
14. Ртуть та її сполуки	28. Марганець та його сполуки

На опорних стаціонарних постах організуються спостереження за вмістом основних ЗР: пилу,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$  та за специфічними речовинами, характерними для промислових викидів більшості підприємств міста.

На неопорних та маршрутних постах проводять спостереження за вмістом специфічних домішок пріоритетного списку, характерних для прилеглих джерел викидів. Спостереження за основними домішками виконують за скороченою програмою. Одна специфічна домішка контролюється на 2–3 стаціонарних постах одночасно.

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 великих сільськогосподарських територій, де застосовують хімічні засоби захисту рослин.

Перелік ЗР, що підлягають контролю, переглядається щоразу при інвентаризації промислових викидів, реконструкції і появи 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 у РЗА цими домішками. 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. У першому рядку – пріоритет кожної речовини в місті; у другому – для кожного поста відзначаються ті речовини, що вимірюються на даному пості.

### *2.1.3. Методи відбору проб атмосферного повітря*

Визначення концентрацій більшості ЗР в атмосферному повітрі виконують, як правило, лабораторними методами. Відбір проб атмосферного повітря є важливою складовою аналізу його якості та здійснюється двома основними методами, а саме: *аспіраційним* та *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.

Другий метод відбору проб атмосферного повітря – метод заповнення посудин обмеженої ємності – підрозділяють на:

- *вакуумний*, коли з герметично закритої посудини відкачують повітря, а потім, безпосередньо в місці відбору проби посудину відкривають;

- *метод примусового продування посудини* 10-кратним об'ємом повітря в місці відбору проби, після чого посудину герметизують;

- *спосіб витіснення* попередньо залитої в посудину інертної рідини повітрям на місці відбору проби, після чого посудину герметизують. Як посудину використовують звичайні скляні ємності. Найчастіше ці методи використовують для визначення оксиду вуглецю або інших газоподібних домішок, тип і походження яких невідоме. Для завислих домішок застосовують 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 ЗР, 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).

На стаціонарних постах засоби вимірювання розміщуються в комплектних лабораторіях «Пост-1» та «Пост-2», а на маршрутних та підфакельних постах – у лабораторії «Атмосфера- II».

У зв'язку з тим, що метеорологічні фактори визначають умови переносу та розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, то відбір проб атмосферного повітря обов'язково супроводжується спостереженнями за основними метеорологічними параметрами: напрямком і швидкістю вітру, температурою та вологістю повітря, атмосферним тиском, станом погоди та підстилаючої поверхні.

*Підфакельні спостереження* – вимірювання концентрацій домішок під проекцією факела викидів із труби промислового підприємства. Місце розташування точок відбору проб змінюється в залежності від напрямку факела (напряму вітру). Радіус проведення спостережень – не менш 10- 15 км. Для перевезення апаратури, джерел живлення, радіостанції необхідна автомашина. За робочу зміну на одній машині можна провести спостереження в 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 0,5 км – 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 речовини.

Важливо правильно встановити напрям факела і вибрати точки відбору проб. Напрямок факела оцінюють візуально. Якщо димова хмара відсутня – за напрямом вітру на висоті викиду, за запахом характерних забруднювальних речовин і за видимими факелами прилеглих (найближчих) джерел забруднень.

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.

Дані про результати регулярних спостережень забруднення атмосфери і метеорологічних параметрів надходять у відповідні підрозділи Держгідрометслужби МНС, де проходять контроль і зводяться у таблиці забруднення атмосфери (ТЗА).

ТЗА – первинна форма збору результатів спостережень за концентрацією домішок і необхідними метеорологічними та аерологічними характеристиками.

ТЗА-1 – результати разових спостережень за забрудненням атмосферного повітря на мережі постійно діючих стаціонарних і маршрутних постів в одному місті, а також дані метеорологічних і аерологічних спостережень.

ТЗА-2 – результати підфакельних спостережень.

ТЗА-3 – дані середньодобових спостережень за випаданням пилу та газоподібних домішок (визначення концентрацій).

ТЗА-4 – дані безперервних спостережень за допомогою газоаналізаторів.

ТЗА-1 складається з основної і додаткової, яка називається ТЗА-1Д.

Таблиця ТЗА-1 містить 8 сторінок (100-120 спостережень на місяць).

#### ***Питання до самоперевірки***

1. Які існують програми та терміни спостережень за рівнем забруднення атмосфери?
2. Як визначити перелік забруднювальних речовин, обов'язкових для контролю в атмосфері?
3. Як визначити період та мінімальну кількість спостережень ЗА?
4. Які існують категорії постів ЗА?
5. Які існують допустимі концентрації забруднювальних речовин для атмосфери? Що таке ефект сумачії речовин?
6. Як проводиться відбір проб атмосферного повітря для лабораторного аналізу?
7. Як проводять підфакельні спостереження?
8. Яка потрібна кількість постів спостережень та їх розміщення?

## 2.2. Організація моніторингу водних об'єктів

В Україні налічується 63 119 річок, у тому числі великих (площа водозбору більше 50 тис. км<sup>2</sup>) – 9, середніх (від 2 до 50 тис. км<sup>2</sup>) – 81 і малих (менше 2 тис. км<sup>2</sup>) – 63 029. Загальна довжина річок становить 206,4 тис. км, з них 90% припадає на малі річки.

*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 обгрунтованих 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 інформаційно-аналітичною та не містить у собі елементів управління. При цьому, вона є необхідною складовою частиною державної системи управління навколишнім середовищем та регулювання його якості.

Основною метою налагодження системи спостережень за рівнем забруднення водних об'єктів є одержання достовірної інформації про природну 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 ЗР і виявляє умови, при яких проходять різні коливання рівнів забруднень;
- вивчає закономірності процесів самоочищення та самовідновлення, а також накопичення ЗР у донних відкладеннях;
- вивчає закономірності виносу речовин через гирлові створи річок у водойми.

До об'єктів державного моніторингу природних вод України відносять:

- поверхневі води, до яких належать природні водойми і водотоки (річки, струмочки), штучні водойми (водосховища, ставки) і канали;
- підземні води і джерела;
- внутрішні морські води і територіальне море, морську економічну зону;
- джерела забруднення вод, включаючи зворотні води, аварійні скиди рідких продуктів і відходів, втрати продуктів і матеріалів при видобутку корисних копалин в межах акваторій поверхневих і морських вод;
- води поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь;
- фільтрацію забруднювальних речовин з технологічних водойм і сховищ;
- масовий розвиток синьо-зелених водоростей;
- надходження забруднювальних речовин з донних відкладень (повторне забруднення) та ін.

Моніторинг стану вод суші та вмісту забруднювальних речовин у водних об'єктах здійснюють 6 суб'єктів моніторингу: МНС (Державна гідрометеорологічна служба), Мінприроди (Державна екологічна інспекція, Державна геологічна служба), МОЗ (санітарно-епідеміологічна служба), Мінагрополітики, Мінжитлокомунгосп, Держводгосп України та їх органи на місцях.

Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження за гідрохімічним станом вод на 374 створах у 240 пунктах спостережень на 151 водному об'єкті. На цій мережі отримують дані з періодичністю відбору проб 4-12 разів на рік за 46 показниками та оцінюють хімічний склад, біогенні параметри та наявність завислих часток та органічних речовин, основних забруднювальних речовин та пестицидів. Державною гідрометеорологічною службою у 16 пунктах на 8 водних об'єктах проводяться спостереження за хронічною токсичністю води. Державна екологічна інспекція має розгалужену мережу спостережень за станом поверхневих вод та контролю за скидами зворотних вод до природних водних об'єктів, яка складається з 1312 постів спостережень на всіх значущих водних об'єктах. Періодичність проведення спостережень та відбір проб на постах обумовлюється програмою спостережень та здійснюється, в основному, 4-6 разів на рік. Кількість показників, що спостерігаються, становить від 25 до 60.

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.

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 та включає пункти, розташовані: на великих і середніх річках і каналах, що мають велике господарське значення; у замикальних створах великих річок, що впадають у моря; на великих озерах та водоймах.

*Територіальна схема* застосовується для фонових спостережень, вивчення та регіонального узагальнення характеристик гідрохімічного режиму малих річок. Пункти спостережень за цією схемою намічаються у створах, що замикають порівняно малі річкові водозабори, що добре відображають місцеві умови природних районів досліджуваної території.

Необхідною умовою є синхронність усіх видів спостережень, їх систематичність та узгодженість термінів спостережень. Одна з головних вимог, які висуваються до розташування пункту спостережень, –

репрезентативність відносно масштабів та 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 та 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 повинна надаватись вивченню 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.

В основу рекомендацій щодо визначення місць розташування гідрологічних пунктів спостережень покладено принцип своєчасності та достовірності отримання основних характеристик (рівня води і річкового стоку).

Основним принципом організації спостережень є також їх комплексність, яка передбачає узгоджену програму робіт з гідрохімії, гідрології, гідробіології та забезпечує спостереження якості води за фізичними, хімічними, гідробіологічними показниками.

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

- місця скиду стічних і дошових 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 кордонах 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.

### 2.2.1. Пункти стаціонарної мережі спостережень за водними об'єктами

Всі пункти стаціонарної мережі спостережень поділяються на *чотири категорії* за такими критеріями:

- значення водного об'єкта як джерела питного та культурно-побутового, промислового, сільськогосподарського водопостачання;
- ступінь рибогосподарського використання водного об'єкта;
- рівень забрудненості водного об'єкта;
- розмір та об'єм водойми, розмір та водність водотоку, режим водойми та її фізико-географічні ознаки.

Пункти спостережень *першої категорії* розміщуються на водотоках та водоймах, що мають особливо важливе господарське значення, коли можливі випадки перевищення значень певних показників якості води.

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 сільськогосподарських полів, на граничних створах річок, на кінцевих створах річок.

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

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

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.

При організації моніторингу поверхневих вод проводять попередні обстеження, що включають вивчення стану водного об'єкта, отримання знань про водокористувачів, джерела забруднення, кількість, склад та 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.

Для достовірного оцінювання якості води всієї водойми організують не менше 3-х створів, по можливості рівномірно розташованих по акваторії водойми.

При організації спостережень на окремих ділянках водойми потрібно:

– 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;

– 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 та кількість 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 спостережень 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.

### 2.2.2. Програми спостережень за водними об'єктами

Основою моніторингу забруднення поверхневих вод є стаціонарна мережа спостережень.

Склад та об'єм гідрохімічних робіт в пунктах спостережень (перелік показників якості води, що визначаються у пробах води з водоєм і водотоків) встановлюють з урахуванням цільового використання стічних вод, їх складу, вимог споживачів інформації. Вибір програми спостережень залежить від категорії пункту спостережень. Програми спостережень за гідрологічними та гідрохімічними показниками поділяються на *обов'язкову, скорочену 1, скорочену 2 і скорочену 3*.

**Обов'язкова програма.** При здійсненні обов'язкової програми виконують:

1) *гідрологічні спостереження*: витрати води (м<sup>3</sup>/с), швидкість течії (м/с), а також витрати на водотоках при опорних вимірюваннях або рівень води (м) на водоймах;

2) *гідрохімічні спостереження*: візуальні спостереження, температура (°С), кольоровість (градуси), прозорість (см), запах (бали), концентрація розчинених у воді газів – кисню, діоксиду вуглецю (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л); концентрація завислих речовин (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л), водневий показник *pH*; іонів – хлоридних, сульфатних, гідрокарбонатних, кальцію, магнію, натрію, калію, суми іонів (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л); хімічне споживання кисню (*ХСК* – мг/дм<sup>3</sup>, мг/л); біохімічне споживання кисню за 5 діб (*БСК<sub>5</sub>* – мг/дм<sup>3</sup>, мг/л); концентрація біогенних елементів – амонійних, нітритних, нітратних іонів, фосфатів, загального заліза, кремнію (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л); концентрація ЗР, що широко розповсюджені, – нафтопродуктів, синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), легких фенолів, пестицидів і сполук металів (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л).

**Програма скорочена 1.** За цієї програмою виконують:

1) *гідрологічні спостереження*: витрати води (м<sup>3</sup>/с) на водотоках або рівень води (м) на водоймах;

2) *гідрохімічні спостереження*: візуальні спостереження, температура (°С), концентрація розчиненого кисню (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л), питома електропровідність (См/см).

**Програма скорочена 2** передбачає:

1) *гідрологічні спостереження*: витрати води (м<sup>3</sup>/с) на водотоках або рівень води (м) на водоймах;

2) *гідрохімічні спостереження*: візуальні спостереження, температура (°С), водневий показник *pH*, питома електропровідність (См/см), концентрація завислих речовин (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л), біохімічне споживання кисню за 5 діб (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л); концентрація двох-трьох ЗР, основних для води в даному пункті (мг/дм<sup>3</sup>, мг/л).

**За програмою скорочена 3 виконують:**

1) *гідрологічні спостереження*: витрати води ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), швидкість течії ( $\text{м}/\text{с}$ ) при опорних вимірюваннях витрати на водотоках або рівень води ( $\text{м}$ ) на водоймах;

2) *гідрохімічні спостереження*: візуальні спостереження, температура ( $^{\circ}\text{C}$ ), концентрація завислих речовин ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ), водневий показник *pH*; концентрація розчиненого кисню ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ); хімічне споживання кисню ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ); біохімічне споживання кисню за 5 діб ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ); концентрація речовин, що забруднюють воду в даному пункті спостережень ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ,  $\text{мг}/\text{л}$ ).

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 (загибель риби, аварійні викиди). На цих пунктах спостереження 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, щодавно – 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.

### **2.2.3. Методи та терміни відбору проб**

Спостереження за гідрологічними та гідрохімічними показниками за обов'язковою програмою спостережень 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.

Одержання гідрохімічної інформації на озерах та водосховищах має деякі особливості. 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 забруднювачів, вивчення процесів самоочищення, визначення запасів речовин в об'єкті та балансних розрахунків.

Для правильного оцінювання якості води потрібно виконати такі умови:

1) правильно відібрати проби води відповідної кількості;

2) проби повинні бути репрезентативними (під *репрезентативністю* проби розуміють її відповідність поставленому завданню як за якістю та об'ємом, так і за вибраними точками та часом відбору, а також технікою відбору, попередньою обробкою, умовами зберігання та транспортування).

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.

Попередня обробка, транспортування та зберігання проб повинні проводитися таким чином, щоб в складі води не проходило значних змін. 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.

*Регулярний* відбір – це такий відбір проб, при якому кожна проба відбирається в часовій та просторовій взаємозалежності з іншими.

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 *pH*, вмісту у воді кисню, діоксиду вуглецю, фіксують розчинений у воді кисень, а також наповнюють водою пляшки для визначення *БСК<sub>5</sub>*, та для подальшого аналізу в лабораторії. Проби для визначення концентрацій нафтопродуктів, фенолів, СПАР, важких металів, пестицидів відбирають в окремі пляшки.

Для відбору проб на різній глибині використовують також спеціальні пристрої – батометри різних типів. Батометр повинен відповідати таким вимогам:

- вода, що проходить крізь нього, не повинна в ньому затримуватись;
- він повинен щільно закриватися;
- матеріал пробовідбірника повинен бути хімічно інертним.

На практиці широко використовуються горизонтальні, перекидні та автоматичні батометри. За допомогою батометра Молчанова проводять відбір проб води для визначення вмісту пестицидів. Відбір проб на значних глибинах (20-30 м) проводиться за допомогою батометра Рутнера.

Для зберігання проб використовують поліетиленовий та скляний посуд. Перед використанням посуд миють концентрованою кислотою та споліскують водопровідною водою. Основні вимоги до посуду – це його міцність, стійкість до розчинення та 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 °С в холодильнику. Взимку при температурі нижче 0 °С відібрану пробу переносять у тепле приміщення, де проводять аналіз.

#### *2.2.4. Гідробіологічні спостереження за якістю води та донними відкладеннями*

У водному середовищі зосереджені складні комплекси різних хімічних сполук, вплив яких на живі організми суттєво відмінний від впливу окремих складових цих сполук. Внаслідок перетворень ЗР утворюються хімічні сполуки, що мають молекулярну стійкість, токсичність, виражений мутагенний ефект. Тому контроль тільки за фізичними та хімічними показниками, навіть за наявності екологічно обґрунтованих норм, часто виявляється недостатнім.

Спостереження за якістю поверхневих вод за гідробіологічними показниками виконують з метою одержання об'єктивних та повних даних, накопичення яких необхідне для виявлення довготривалих змін у водних екосистемах.

Гідробиологічні показники дозволяють:

- 1) оцінювати якість поверхневих вод як середовища життя організмів, що населяють водойми, водотоки;
- 2) визначати сумарний ефект дії ЗР;
- 3) визначати специфічний хімічний склад води та його походження;
- 4) перевіряти наявність або відсутність повторного забруднення вод;
- 5) виявляти довгострокові зміни, що відбуваються у водних об'єктах;
- 6) визначати екологічний стан водних об'єктів.

Оцінкою ступеня забруднення водойм за гідробиологічними показниками є шкала сапробності.

*Сапробність* – це ступінь насиченості води органічними речовинами, що розкладаються. Вона встановлюється за видовим складом організмів - сапробіонтів у водних біоценозах.

При оцінюванні води за шкалою Р. Кольквіца – М. Марсона необхідно враховувати не окремі організми, а суму видів, які є характерними для даної зони: I – *полісапробна* (зона дуже сильного забруднення); II – *α-мезосапробна* і *β-мезосапробна* (зони середньої забрудненості); III – *олігосапробна* (зона чистої води).

*Полісапробні* водойми характеризуються майже повною відсутністю вільного (розчиненого) кисню, наявністю у воді білків, що не розклалися, значних кількостей  $H_2S$  і  $CO_2$ , відновлювальним характером біохімічних процесів. У таких водоймах самоочищення в основному йде за рахунок діяльності бактерій *Tyrioplyococcus ruser* і *Sphaerotilus natans*, джгутикових *Oicomonas mutabilis*, інфузорій *Paramaecium putrinum* і *Vorticella putrina*, олігохет *Tubifex tubifex*, личинок мухи *Eristalis tenax*. Кількість видів, здатних існувати у вкрай забруднених водоймах, порівняно невелика, але вони зустрічаються тут масово.

У *мезосапробних* водоймах забруднення виражене слабкіше: білків, що не розклалися, немає,  $H_2S$  і  $CO_2$  небагато,  $O_2$  присутній у помітних кількостях; однак у воді ще є слабко окислені азотисті сполуки (аміак, амінокислоти). Мезосапробні зони водойм підрозділяються на  $\alpha$  - і  $\beta$  - *мезосапробні*. У перших зустрічаються аміак, аміно- і амідокислоти, але вже є і кисень. Найбільш характерні численні бактерії, гриб *Mucor*, синьо-зелені *Oscillatoria*, *Phormidium uncinatum*, найпростіші *Chlamidomonas debrayana*, *Euglena viridis*, *Stentor coeruleus*, багато коловраток, моллюск *Sphaerium corneum*, рачок *Asellus aquaticus*, личинки двокрилих *Chironomus*, *Psychoda*. Мінералізація органічної речовини в основному йде за рахунок аеробного окислювання, особливо бактеріального. Наступна,  $\beta$  - мезосапробна, підзона характеризується присутністю аміаку і продуктів його окислювання – азотної й азотистої кислот. Амінокислот немає, сірководень зустрічається в незначних кількостях, кисню у воді багато, мінералізація йде за рахунок повного окислювання органічної речовини. Видова розмаїтість гідробіонтів цієї підзони набагато вища, ніж у попередньої, але чисельність та біомаса організмів нижча.

В олігосапробних водоймах  $H_2S$  відсутній,  $CO_2$  мало, кількість  $O_2$  близька до величини нормального насичення, розчинених органічних речовин практично немає. Гідробіонти олігосапробних вод найбільш різноманітні щодо видового складу, але кількість кожного окремого виду менше, ніж в інших зонах.

Іноді виділяють ще *катаробні* води, у яких кількість розчиненого кисню вища за нормальне насичення, а вільних  $H_2S$  і  $CO_2$  немає взагалі.

На підставі даних про видовий склад гідробіонтів, знайдених у тих чи інших водах, можна скласти уявлення про те, наскільки останні чисті чи забруднені. Тому перераховані вище організми і багато інших, характерних для зон різної сапробності, називаються біоіндикаторами ступеня забруднення водойм. Індикаторна роль гідробіонтів характеризується не тільки фактом наявності чи відсутності їх у водоймі, але і ступенем їхньої кількісної представленості.

Основними гідробіологічними показниками стану водного об'єкта є кількісний і якісний склад гідробіонтів (фіто-, зоо- і бактеріопланктон) та їх біомаса.

*Гідробіонти* поділяються на: 1) *бентос* (мешканці дна водного об'єкта); 2) *планктон* (мешканці товщі води – від дна водойми до її поверхні); 3) *нейстон* (організми, які мешкають у поверхневій плівці води); 4) *пагон* (найпростіші, коловертки, черв'яки, молюски, ракоподібні та ін., які зиму проводять біля льоду в стані анабіозу, а весною оживають і продовжують планктонний чи бентосний спосіб життя). Гідробіонти мають санітарно-показове значення.

Оскільки єдиного гідробіологічного показника якості води на даний час немає, то її визначають за сукупністю гідробіологічних показників: зообентосом, перифітоном, зоопланктоном, фітопланктоном.

*Зообентос* – це сукупність донних тварин, що живуть на дні або в ґрунті морських і прісних водойм. До складу зообентосу входять представники майже всіх груп водних тварин – починаючи від найпростіших і закінчуючи рибами.

Зообентос характеризує зміну водного середовища за тривалий період часу. Вивчення стану зообентосу, відібраного в різних місцях водойми, дозволяє одержати інтегральні оцінки якості води та ступінь забруднення донних відкладів.

*Перифітон* – поселення водних рослин та тварин на підводних скелях та камінні, річкових суднах, опорах та інших штучних спорудах. Основу перифітону складають прикріплені гідробіонти, вусоногі ракоподібні, двостулкові молюски, губки, черв'яки, водорості. Перифітон використовується для оцінювання усередненої якості води водного об'єкта за довготривалий період часу. Перифітон дозволяє встановлювати факти забруднення водного об'єкта навіть в тому випадку, коли в момент спостереження вода уже повністю самоочистилася.

*Зоопланктон* – це сукупність тварин, що населяють водну товщу та пасивно переносяться течіями. У прісноводному зоопланктоні найбільш багаточисельні веслоногі, коловертки; в морському домінують ракоподібні,



---

найпростіші, кишковопорожнинні (медузи), крилоногі молюски, яйця та личинки риб. Зоопланктон є досить надійним індикатором якості води в малопроточних водоймах, озерах, водосховищах та ставках. Він використовується для одержання характеристики якості води в пунктах спостереження за відносно короткий період часу.

**Фітопланктон** – це сукупність рослинних організмів, які населяють товщу води прісних та морських водойм та пасивно переносяться течіями. Морський фітопланктон складається в основному, з діатомових водоростей, перідіней і коколитофорідів; прісноводний – з діатомових, синьо-зелених та деяких груп зелених водоростей. Фітопланктон характеризує якість водних мас, де проходив його розвиток, тому на водотоках фітопланктон використовується для одержання інформації про рівень забруднення на ділянках, які розміщені за течією вище пунктів спостережень.

Спостереження за гідробіологічним станом водотоків здійснюються на стаціонарній гідрометричній мережі за програмами, які обумовлені категорією пункту спостереження. Перелік гідробіологічних показників якості поверхневих вод визначається, головним чином, еколого-зональним типом водного об'єкта, складом та об'ємом стічних вод, їх токсичністю та вимогами споживачів води. Визначення гідробіологічних показників є обов'язковим не для всіх пунктів спостереження. Як правило, спостереження проводяться за двома програмами: *скороченою та повною*.

В *пунктах I та II категорії* спостереження за гідробіологічними показниками рекомендується проводити щомісячно за скороченою програмою, щоквартально за повною програмою.

В *пунктах III категорії* спостереження проводяться щомісячно за скороченою програмою тільки у вегетаційний період та щоквартально за повною програмою.

В *пунктах IV категорії* спостереження рекомендується проводити щоквартально за повною програмою.

З метою кількісного обліку фітопланктону відбір проб на водних об'єктах здійснюють за допомогою батометра послідовно з горизонтів 0; 1; 2,5; 5; 10; 20 м та ін. Потім проби зливають у чисте відро, перемішують та відбирають пробу 0,5 дм<sup>3</sup>, додають 0,25 дм<sup>3</sup> формаліну і консервують. У мілководдях і на малих річках зачерпують 0,5 дм<sup>3</sup> води з горизонту 0,2 м. Зоопланктон відбирають планктонною сіткою («№ 77») тотальним ловом від дна до поверхні, на мілководді – сіткою при буксируванні човном чи проїджуючи через сітку не менш 30 дм<sup>3</sup> води. Осад переливають і консервують. Відбір проб зообентосу для якісного аналізу проводиться з поверхні або товщі ґрунту, а також на доступній глибині з водною рослинністю в прибережній зоні водного об'єкта на ділянці довжиною 50 м в одну та другу сторону від створу. Збір тварин з водних рослин проводиться сачком або скребком. Відібрана проба фіксується 4 % розчином нейтралізованого формаліну (1 частина 40 % розчину формаліну на 3 частини води). Збір зообентосу з ґрунту також здійснюється за допомогою скребка.

Відбір проб перифітону з поверхні дамб, мостів та інших споруд здійснюють за допомогою ножа, пінцета або ложки. Відібрані проби поміщають у банки, заливають на 2/3 водою і консервують 1 мл 40% розчину формаліну.

Таблиця 2.4

**Повна та скорочена (\*) програми спостережень за гідробіологічними показниками**

Організми	Показники якості води
Зообентос	Загальна чисельність організмів (прим./м <sup>2</sup> ) Загальна біомаса (г/м <sup>2</sup> ) Загальна кількість видів *Кількість груп зі стандартним розбиранням *Кількість видів у групі *Чисельність основних груп (прим./м <sup>2</sup> ) Біомаса основних груп (г/м <sup>2</sup> ). Масові види і види-індикатори сапробності (найменування, частка в загальній чисельності, сапробність)
Перифітон	*Загальна кількість видів *Масові види, частота виявлення, сапробність Мікробіологічні показники Загальна кількість бактерій (10 <sup>6</sup> клітин/см <sup>3</sup> )
Зоопланктон	*Загальна чисельність організмів (прим./м <sup>3</sup> ) *Загальна кількість видів Загальна біомаса (мг/дм <sup>3</sup> ) Чисельність основних груп (екз/м <sup>3</sup> ) Біомаса основних груп (мг/м <sup>3</sup> ) Кількість видів у групі Масові види і види-індикатори сапробності (найменування, частка в загальній чисельності, сапробність)
Фітопланктон	*Загальна чисельність клітин (10 <sup>3</sup> клітин/см <sup>3</sup> ) *Загальна кількість видів Загальна біомаса (мг/дм <sup>3</sup> ) Чисельність основних груп (10 <sup>3</sup> клітин/см <sup>3</sup> ) Біомаса основних груп (мг/дм <sup>3</sup> ). Кількість видів у групі *Масові види і види-індикатори сапробності (найменування, частка в загальній чисельності, сапробність)

### 2.2.5. Пункти та програми спостережень за забрудненням морського середовища

Моніторинг океанічних (морських) вод складається з трьох складових: моніторинг абіотичних показників середовища, моніторинг факторів впливу та моніторинг джерел впливу. Основний зміст спостережень полягає в регламентації скидання відходів таким чином, щоб процеси природної утилізації переважали над процесами забруднення та приводили до усунення порушень в екологічних системах.

Пункти спостережень за якістю морських вод підрозділяються на 3 категорії, які встановлюються в залежності від розташування і потужності джерел забруднення, регіональних та фізико-географічних умов. Межа контрольованих районів залежить від фізико-географічних умов з урахуванням розподілу ЗР і гідрометеорологічного режиму.

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

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

*Пункти 3-ї категорії* встановлюються в районах відкритого моря та призначені для дослідження річної мінливості забруднення морських вод і для розрахунку балансу ЗР. Ці пункти розташовуються в районах із найбільш низькою концентрацією ЗР.

Таким чином, спостереження за якістю води в *пунктах 1-ї категорії* проводять в місцях скиду забруднювальних речовин, в *пунктах 2-ї категорії* – у забруднених районах морів та океанів, а в *пунктах 3-ї категорії* – у відносно чистих водах (фонові спостереження).

Місця розташування *вертикалей* та *горизонталей*, їхня кількість на кожному пункті визначаються розташуванням та потужністю джерел забруднення, складом, концентрацією і типом ЗР. Спостереження здійснюють за однією із двох програм – *скороченою* або *повною* (табл. 2.5, 2.6).

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.

Таблиця 2.5

**Програми спостережень за фізико-хімічними показниками  
якості морських вод**

Показники	Повна програма	Скорочена програма
Нафтові вуглеводні, мг/дм <sup>3</sup>	+	+
Розчинений кисень, мг/дм <sup>3</sup>	+	+
Водневий показник, один, рН	+	+
Візуальні спостереження за станом поверхні морського об'єкта	+	+
Хлоровані вуглеводні, в тому числі пестициди, мкг/дм <sup>3</sup>	+	-
Важкі метали: ртуть, свинець, кадмій, мідь, мкг/дм	+	-
Феноли і СПАР, мкг/дм <sup>^</sup>	+	-
Додаткові ЗР, специфічні для даного району: нітритний азот, кремній, мкг/дм <sup>-л</sup>	+	-
Солоність, ‰, прозорість води, м	+	-
Швидкість, м/с, та напрям вітру	+	-
Температура води і повітря, °С	+	-

Таблиця 2.6

**Програми спостережень за гідробіологічними показниками якості  
морських вод**

Показники	Повна програма	Скорочена програма
<b>1. Зоопланктон:</b>		
Загальна чисельність організмів (прим./м <sup>3</sup> ) <sup>^</sup>	+	+
Видовий склад, кількість і список видів	+	+
Загальна біомаса (мг/м <sup>3</sup> )	+	-
Чисельність основних груп і видів (прим/м <sup>3</sup> )	+	-
Біомаса основних груп і видів (мг/м <sup>3</sup> )	+	-
<b>2. Фітопланктон:</b>		
Загальна чисельність клітин (клітин/дм <sup>3</sup> )	+	+
Видовий склад, кількість та список видів	+	-
Загальна біомаса (г/м <sup>3</sup> )	+	-
Кількість основних систематичних груп, кількість груп	+	-
<b>3. Мікробні показники:</b>		
Загальна чисельність мікроорганізмів (клітин/см <sup>3</sup> )	+	+
Концентрація сапрофітних бактерій (клітин/см <sup>3</sup> )	+	+
Концентрація хлорофілу фітопланктону (мкг/дм )	+	+
Загальна біомаса (мг/дм )	+	-
Кількісний розподіл індикаторних груп морської мікрофлори (сапрофітні, нафтоокислювальні, ліполітичні бактерії) (клітин/см <sup>3</sup> )	+	-
Інтенсивність фотосинтезу фітопланктону	+	-

---

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

#### **2.2.6. Суб'єкти та об'єкти моніторингу морських вод в Україні**

В Україні спостереження за станом прибережних морських вод та вмістом у них забруднювальних речовин здійснюють 3 суб'єкти моніторингу: МНС (Державна гідрометеорологічна служба), Мінприроди (Державна екологічна інспекція з охорони довкілля Північно-Західного регіону Чорного моря, Державна екологічна інспекція Азовського моря, Державна Азово-Чорноморська інспекція), МОЗ (санітарно-епідеміологічна служба). Також, моніторинг здійснюють Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ), Інститут біології південних морів НАН України (у тому числі його Одеська філія) та інші організації.

Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження за станом прибережних вод на мережі спостережень, яка складається з 97 гідрометеорологічних станцій, 9 станцій спостережень у місцях скиду стічних вод, до складу яких належать 143 пости. Крім того, спостереження здійснюють 14 науково-дослідних станцій (обсерваторій), що розташовані на прибережних територіях Чорного та Азовського морів. На існуючій мережі проводяться вимірювання від 16 до 26 гідрохімічних параметрів у воді та донних відкладах з періодичністю від 4 до 12 разів на рік.

Державна санітарно-епідеміологічна служба здійснює спостереження та моніторинг якості морської води в зонах рекреаційного та оздоровчого призначення, до складу мережі спостережень належать 78 постійних постів.

Об'єктами контролю держінспекцій є українські та іноземні судна і морські споруди, діяльність яких відбувається у внутрішніх морських водах, територіальному морі, у морській економічній зоні України і на континентальному шельфі. Держінспекції здійснюють: контроль за виконанням суднами національних і міжнародних вимог із запобігання забруднення моря, за виконанням зобов'язань про реєстрацію в документах суден операцій зі шкідливими речовинами та їхніми сумішами; перевірку усіх фактів забруднення Чорного та Азовського морів із суден і берегових об'єктів; розрахунок розмірів відшкодування збитку; контроль за ходом робіт з ліквідації наслідків забруднення; контроль за санітарним станом акваторії, території портів та прибережної смуги Чорного моря (на 36 підприємствах морського транспорту і рибного господарства ведуться спостереження за станом атмосферного повітря, води, ґрунту, відходів виробництва, рослинного та тваринного світу); притягнення до відповідальності порушників.

#### *Питання до самоперевірки*

1. Що є основними завданнями моніторингу поверхневих вод?
2. Що містять спостереження за водними об'єктами?

3. Як організована система спостережень та контролю за станом поверхневих вод суші?
4. Які основні процеси та фактори забруднення й самоочищення водотоків та водойм? Які речовини сприяють інтенсивному розвитку синьо-зелених водоростей?
5. Що таке пункт та створ спостережень, вертикаль та горизонталь створу спостережень та які є підходи до їх вибору і розташування?
6. Для чого потрібні створи, вертикалі і горизонталі на пунктах спостережень?
7. Назвіть класи та категорії, за якими оцінюють якість поверхневих вод.
8. Які існують категорії пунктів?
9. Чим визначається вибір програми спостережень у пунктах стаціонарної мережі моніторингу поверхневих вод?
10. Як часто проводять спостереження за різними програмами у пунктах стаціонарної мережі моніторингу поверхневих вод?
11. Назвіть інгредієнти і показники якості води, що спостерігаються у пунктах стаціонарної мережі моніторингу.
12. Як проводять гідробіологічні спостереження за якістю вод та донних відкладень?
13. Що таке сапробність природних вод?
14. Які існують програми моніторингу поверхневих вод і чим вони відрізняються?
15. Які є категорії пунктів спостережень за забрудненнями морів та океанів?
16. Які основні вимоги до організації мережі моніторингу морів і океанів?
17. Які є програми спостережень за фізико-хімічними показниками якості морських вод?
18. За якими показниками проводять гідробіологічні спостереження за якістю морських вод?
19. За якими програмами і скільки разів на рік проводять спостереження у пунктах стаціонарної мережі моніторингу морських вод?
20. Які суб'єкти та об'єкти моніторингу морських вод в Україні?

### 2.3. Особливості організації моніторингу ґрунтів

Спостереження за станом земель та ґрунтів та вмістом у них забруднювальних речовин здійснюють 6 суб'єктів моніторингу: МНС (Державна гідрометеорологічна служба), Мінприроди (Державна екологічна інспекція), МОЗ (санітарно-епідеміологічна служба), 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. У 2007 році

Мінагрополітики здійснює спостереження 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.

Держкомліспгосп проводить спостереження за ґрунтами лісових масивів та впливом на них прилеглих промислових зон, у тому числі 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

Зараз в Україні служба ґрунтового моніторингу формується в межах державної системи моніторингу довкілля. До її завдань входить періодичний контроль динаміки основних ґрунтоутворювальних процесів – фізичних, хімічних, біологічних та інших у природних умовах і при накладанні антропогенного навантаження.

*Об'єктами ґрунтового моніторингу* виступають основні типи, підтипи, фони, види і різновиди ґрунтів, які підбираються у межах ґрунтової провінції і максимально відображають різноманітність ґрунтового покриву, усі рівні антропогенного навантаження.

*Постійними пунктами контролю* вибрано природні об'єкти (ліси, заповідники), еталонні об'єкти високого рівня сільськогосподарського використання ґрунтів (держсортдільниці, варіанти стаціонарних дослідів, поля господарств, де впроваджена ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства), звичайні господарства.

Стан ґрунтів достовірно діагностується за наявності інформації про зміни структури ґрунтового покриву, трансформації земельних угідь, оцінки темпів зміни основних показників (гумусу, рН, повітряного та поживного режимів, *ємності* катіонного обміну, фізичного, водного, забрудненості, біологічної активності), оцінки інтенсивності ерозії, показників меліоративного стану

(якості зрошувальних вод, рівня мінералізації підґрунтових вод, засоленості ґрунтів зони аерації, вторинного осолонцювання, оцінки темпів спрацювання осушених торфовищ, трансформації органічної речовини, вторинного озалізнєння) та оцінки ефективності родючості ґрунтів.

*Основними задачами ґрунтового моніторингу є:*

– вчасне виявлення несприятливих змін властивостей ґрунтового покриву при різних видах його використання;

– сезонний контроль стану ґрунтового покриву (динаміка змін) під сільськогосподарськими культурами для видачі своєчасних рекомендацій;

– оцінювання середньорічних втрат ґрунтів (швидкості втрат ґрунтового покриву в результаті дощової, вітрової й іригаційної ерозії);

– виявлення районів з дефіцитним балансом біогенних елементів, виявлення й оцінювання швидкості втрат гумусу, азоту і фосфору;

– контроль за зміною кислотності і лужності ґрунтів, особливо в районах із внесенням високих доз мінеральних добрив та поблизу великих промислових центрів – джерел підкислення атмосферних опадів;

– контроль за сольовим режимом процесів зрошування ґрунтів, що удобрюються;

– контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами;

– контроль за локальним забрудненням ґрунтів ВМ в зоні впливу промислових підприємств і транспортних магістралей, а також забруднення пестицидами в районах їх постійного використання;

– довгостроковий і сезонний (за фазами розвитку рослин) контроль за вологістю, температурою, структурним станом, водно-фізичними властивостями ґрунтів і вмістом у них елементів живлення рослин;

– оцінювання ймовірної зміни властивостей ґрунтів при проектуванні гідробудівництва, меліорації, упровадженні нових систем землеробства, добрив і т. д.;

– контроль за розмірами і правильністю відчуження орнопридатних земель для промислових і комунальних цілей.

В Україні моніторинг ґрунтів регламентується постановами КМ України від 20 серпня 1993 р. № 661 «Положення про моніторинг земель» і від 30 березня 1998 р. № 391 «Положення про моніторинг довкілля».

*Загальні вимоги до відбору проб ґрунтів.* Відбір проб здійснюється згідно з ГОСТ 28168-89 ґрунти. Відбір зразків. 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 для визначення досліджуваних ділянок 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. Крім того 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 менше 400 г.

### 2.3.1. Організація спостережень за ґрунтами, забрудненими пестицидами

Дослідження забруднення ґрунтів проводяться на постійних та тимчасових пунктах. Постійні пункти створюються на період не менший за 5 років. Чисельність постійних пунктів залежить від кількості і розмірів господарств. До постійних пунктів відносять території молокозаводів, м'ясокомбінатів, елеваторів, плодоовочевих баз, птахоферм, рибгоспів і лісгоспів. Для оцінювання фонового забруднення ґрунту вибираються ділянки, віддалені від сільськогосподарського виробництва, промислових виробництв, в «буферній зоні» заповідників.

На тимчасових пунктах спостереження ведуться протягом одного вегетаційного періоду або року.

Зазвичай у господарстві обстежується 8-10 полів під основними культурами. У області щорічно треба обстежити не менше двох господарств. *Проби відбираються 2 рази на рік: навесні після сівби, восени після збирання урожаю. Для встановлення динаміки або міграції пестицидів у системі ґрунт-рослина спостереження проводяться не рідше 6 разів на рік (фонові перед посівом, 2-4 рази під час вегетації, 1-2 рази після збирання урожаю).*

Для оцінювання майданного забруднення ґрунту пестицидами складається проба ґрунту, в яку входять 25-30 проб (виїмок), відібраних в полі по діагоналі тростяним ґрунтовим буром, який занурюється на глибину орного шару (0-20 см). Ґрунт, що потрапив в пробу з підорного шару, видаляється. Маса проби становить 15-20 г. Відбір проби можна проводити за допомогою лопати. Якщо обстеження проваляться в садах, то кожна проба відбирається на відстані 1 м від стовбура дерева. Проби повинні бути близькі за кольором, структурою, механічним складом.

При вивченні вертикальної міграції пестицидів закладаються ґрунтові розрізи, розміри яких залежать від товщини ґрунтів. Ґрунтовий шурф перетинає всю серію ґрунтових горизонтів. Розміри шурфу становлять приблизно 0,8×1,5×2,0 м. Коротка стінка шурфу (лицьова або робоча) на момент опису повинна бути звернена до сонця.

Перед відбором проб проводиться коротке описання місця розташування розрізу і ґрунтових горизонтів (вогкість, колір, механічний склад, структура, новоутворення, включення кореневих систем, сліди діяльності тварин,

мерзлота). Проби беруться на лицьовій стороні шурфу, починаючи з нижніх горизонтів. З кожного генетичного горизонту ґрунту береться один зразок товщиною 10 см.

Площа поля, що характеризується однією пробною, неоднакова для різних категорій місцевості (в степових районах це 10-20 га, в зрошуваній зоні - 2-3 га, в гірських районах - 0,5-3 га).

Проби-виїмки зсипаються в крафт-папір, ретельно перемішуються і квартуються 3-4 рази, знову перемішуються і діляться на 6-9 частин, з центра яких береться однакова кількість ґрунту в мішечок або крафт-папір.

Маса отриманого початкового зразка становить 400-500 г. Зразок забезпечується етикеткою та реєструється в польовому журналі: порядковий номер зразка, місце відбору, рельєф, вид сільськогосподарського угіддя або господарської діяльності, площа поля, дата відбору, хто відбирав

Початкові проби повинні аналізуватися в природно-вологодому стані. Якщо аналіз протягом дня не може бути зроблений за будь-яких причин, то проби висушуються до повітряно-сухого стану в захищеному від сонця місці. Методом квартування береться в лабораторії проба масою 0,2 кг. З неї видаляється коріння, камені, чужорідні включення. Проба розтирається у фарфоровій ступці, просівається крізь сито з діаметром отвору 0,5 мм, після чого з неї беруться наважки для хімічного аналізу по 10-50 г. Особливо ретельно здійснюється моніторинг стану ґрунтів біля потенційно небезпечних об'єктів, у т. ч. біля місць видалення відходів як промислового, так і побутового походження.

### **2.3.2. Організація спостережень за ґрунтами, забрудненими важкими металами**

Перед здійсненням програми спостережень необхідно провести планування робіт: визначити кількість точок відбору проб, скласти схему їх територіального розміщення, намітити маршрути, послідовність обробки площ, встановити терміни виконання завдання, перевірити наявність та якість топографічного матеріалу та тематичних карт, зібрати відомості про джерела забруднення.

Спостереження за рівнем забруднення важкими металами носять експедиційний характер. Час їх проведення не має значення, але краще їх здійснювати влітку в період збирання основних сільгоспкультур. Повторні спостереження здійснюються через 5-10 років. При виборі ділянок спостережень використовується топографічна карта, в центрі якої розташовується місто, селище або промисловий центр.

З геометричного центра проводяться кола радіусом 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 20; 30; 50 км в масштабі карти, тобто окреслюється зона можливого забруднення ґрунтів важкими металами. Протяжність зони забруднення ґрунтів визначається розою вітрів, характером викидів в атмосферу, висотою труби, рельєфом, рослинністю і т. д. Значна кількість аерозолів і газів, що містять ВМ, залишається в атмосфері і переноситься на великі відстані. На підготовлений

план місцевості наноситься роза вітрів (по 8-16 румбах). Вектор, що відповідає найбільшій повторюваності вітрів, відкладають у підвітряний бік на відстань 25-30 км. У напрямі радіусів з найбільшим забрудненням будуються сектори шириною 200-300 м поблизу джерел забруднення з поступовим розширенням до 1-3 км. У місцях перетину осей секторів з колами розташовуються *ключові ділянки*, на них – мережа опорних розрізів, пункти і майданчики взяття проб. Ключова ділянка має розмір 1-10 га і більше з типовими фізико- географічними умовами (грунт, рельєф, рослинність) для даної місцевості (за розою вітрів).

Якщо роза вітрів виражена нечітко, тоді ключові ділянки розташовуються в усіх напрямках рівномірно. Якщо міграція ВМ пов'язана з водними потоками, то напрям променів треба погоджувати з вектором водної міграції. Загальна кількість ділянок дорівнює 15-20.

Спочатку проводиться рекогносцироване обстеження місцевості маршрутним шляхом. При невеликих площах воно робиться детально, для чого 1-2 рази перетинається ділянка.

Внаслідок рекогносцировки виявляються основні ландшафтні особливості території, загальні закономірності просторових змін ґрунтового покриву й ін. Збираються відомості про клімат і мікроклімат, про погодні умови останніх років, про захворювання, пов'язані з підвищеним змістом ВМ в екосистемі.

При оцінюванні забруднення території ВМ простежують шляхи повітряного і водного забруднення ґрунтів. Більш детально обстеження треба провести на ключових ділянках, уздовж потоків, що переважають. Техногенні викиди, що надходять в ґрунт через атмосферу, зосереджуються, в основному, у верхніх шарах ґрунту (2-5 см). Нижні горизонти забруднюються внаслідок обробки ґрунтів (оранка, культивация, боронування), а також дифузійного та конвективного перенесення через ґрунтові тріщини, ходи тварин та рослин. На ріллі пробу треба відбирати в шарі 0-10 і 10-20 см, на ціліні та старому перелозі – 0-2,5; 2,5-5; 5-10; 10-20; 20-40 см.

Об'єднана проба складається методом конверта, аналогічно операціям відбору проб ґрунту на пестициди. Пробу ґрунту відправляють на аналіз в лабораторію, додаючи талон, що містить відомості про сам ґрунт та умови відбору: порядковий номер зразка, число, місяць, річка відбору, назва або номер пункту, відстань від джерела забруднення або зовнішнього кордону міста, напрям від джерела по 16 румбах, крутість схилу і його експозиція, частина схилу (верхня, середня або нижня третина), основні точки і лінії рельєфу, де закладається майданчик; вершини, улоговини, вододіли, заглибини; глибина залягання ґрунтових вод (визначається за глибиною колодязів); рослинність і її стан (задовільний, добрий, незадовільний); стан і якість обробки поверхні ґрунту. Проби і супровідні талони в лабораторії зберігаються протягом 1,5-2 років. З метою встановлення інтенсивності надходження ВМ в ґрунт щорічно проводиться відбір проб снігу. Об'єднаний зразок снігу з площі 1 га складається з 20-40 точкових проб. Проба береться раною весною до початку підсніжного стікання талої води.

Відбір проб ґрунту в містах проводиться по сітці квадратів такого масштабу, який забезпечив би частоту відбору проб ґрунту не менше як 5-6 зразків на 100 га (1 км<sup>2</sup>). Відбір проб здійснюється методом конверта зі стороною 5-10 м з глибини 20 см на газонах, в садах, парках, скверах, дворах. При цьому необхідно враховувати планування міста, гіпсометрію, висоту забудови, розподіл атмосферних опадів, зливого стоку, розташування автомагістралей і промислових підприємств та інші фактори.

### *Питання до самоперевірки*

1. Охарактеризуйте систему моніторингу ґрунтів України. Які антропогенні причини деградації ґрунтів?
2. Які загальні вимоги до відбору проб ґрунтів?
3. Назвіть кількість спостережень за пестицидним забрудненням ґрунтів.
4. Скільки проб складають сумарну пробу ґрунту для оцінювання площинного забруднення ґрунту пестицидами?
5. На який період створюються постійні пункти спостережень при дослідженні забруднення ґрунтів пестицидами?
6. Яким методом проводиться відбір зразків ґрунту при вивченні вертикальної міграції пестицидів?
7. Де розташовані пункти спостережень та контролю за забрудненням ґрунтів ВМ?
8. У якому шарі треба проводити відбір проб ґрунту на оранці?
9. В яких шарах ґрунту відбирають проби?
10. Які є програми спостережень за забрудненням ґрунтів ВМ?
11. Що таке ґрунтово-геоморфологічний профіль і в яких шарах ґрунту зосереджуються техногенні викиди?
12. За яким принципом формується карта-схема проведення спостережень забруднення ґрунтів важкими металами навколо підприємства?

## **3. ОСОБЛИВІ ВИДИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

### **3.1. Глобальна система моніторингу навколишнього середовища**

У 1972 році на Стокгольмській конференції ООН з навколишнього середовища було запропоновано створити Службу Землі, одним з головних компонентів якої було запропоновано Глобальну Систему Моніторингу Навколишнього Середовища (ГСМоНС). Основними завданнями ГСМоНС визначено 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.

Важливим етапом у виробленні концепції ГСМоНС була Міжурядова нарада з моніторингу в Найробі (1974 р.), де було сформульовано сім основних задач програми.

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.

Глобальна система моніторингу органічно переплітається з національними системами – вона значною мірою об'єднує фонові станції національних систем. Біосферні заповідники розглядаються як складова частина ГСМоНС. Головні цілі функціонування ГСМоНС:

- сприяння вивченню біогеохімічних циклів;
- встановлення контрольного рівня ЗР антропогенного походження;
- визначення глобального поширення і тенденцій зміни рівнів забруднення довкілля хімічними речовинами антропогенного походження;
- встановлення фонових рівнів для критичних параметрів екосистем, з якими можна порівнювати дані, отримані в районах імпактних забруднень;
- визначення рівнів окремих критичних забруднень у середовищі та їх розподіл у просторі та в часі;
- вивчення розмірів та швидкості потоків ЗР, їх перетворень і сполук;
- забезпечення можливості порівняння методів спостережень та аналізу за зміною навколишнього природного середовища (НПС) між країнами;
- забезпечення на глобальному та регіональному рівнях інформацією, яка необхідна для прийняття управлінських рішень.

Фоновий моніторинг здійснюється з метою фіксації фонового стану навколишнього середовища, ці показники необхідні для подальшого оцінювання рівня антропогенної дії.

Програми спостережень формуються за принципом вибору пріоритетних забруднювальних речовин та інтегральних характеристик. Визначення пріоритетів при організації систем моніторингу залежить від мети та певних завдань: на територіальному рівні перевага надається промисловим містам, джерелам питної води, місцям нересту риб; до середовища спостережень пріоритетним виступає атмосферне повітря, вода прісних водойм та водотоків.

Основні результати, отримані в рамках системи глобального моніторингу:

1. У сфері глобального оцінювання деградації ґрунту складаються карти деградації, виділяються зони ризику, відмічаються зони опустелювання, 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 фонових стану біосфери проводяться спостереження у 226 біосферних заповідниках 62 країн світу;

5. У сфері моніторингу можливих змін клімату проводяться спостереження за концентрацією CO<sub>2</sub>, 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.

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 CO<sub>2</sub> 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.

### 3.2. Особливості організації фонових моніторингу

Найбільш складним завданням на даний час є вивчення екологічних змін та організація екологічного моніторингу на фоновому рівні, який включає в себе спостереження в зонах, віддалених від будь-яких локальних джерел. Організація екологічного моніторингу на фоновому рівні розпочалась в країні зі створення такої системи на базі біосферних заповідників, на яких здійснюється вивчення, контроль та прогнозування антропогенних змін стану біосфери. У біосферних заповідниках пропонувалось проводити всебічні дослідження як зовнішніх факторів середовища, так і внутрішніх процесів та явищ, які відбуваються в екосистемах.

Основним завданням фонового моніторингу є фіксація й встановлення показників, що характеризують природний фон, а також його глобальні й регіональні зміни в процесі розвитку біосфери. Фоновий глобальний стан біосфери вивчається на фонових станціях, які базуються на біосферних заповідниках. В Україні – це Асканія-Нова (площа 33307,6 га), Чорноморський біосферний заповідник (площа 100809 га), Карпатський (площа 57880 га), Дунайський (площа 46402,9 га).

Фоновий стан середовища в минулому, до початку впливу людини, можна дослідити за даними аналізу кілець загиблих або старих дерев, проб льодовиків, донних відкладів (історичний моніторинг).

Програма фонового моніторингу поділяється на біотичну й абіотичну частини. Спостереження за гідрометеорологічними факторами віднесені до абіотичної частини фонового моніторингу. Організація спостережень за цією частиною повинна проводитись так, щоб отримані результати давали достатню інформацію про концентрацію різних домішок в навколишньому середовищі, про міграційні процеси й кругообіг цих речовин, їх накопичення й трансформацію.

При виборі речовин для включення в програму вимірювань у біосферних заповідниках повинні братись до уваги такі критерії:

1) розповсюдженість речовин, їх стійкість і мобільність у навколишньому середовищі;

2) здатність до дії на біологічні та геофізичні системи. Деякі ЗР, які потрапляють в НПС, можуть змінити природну геохімічну рівновагу. Для оцінювання зміни природного кругообігу речовин, що викликана антропогенною діяльністю, використовуються:

1) *коефіцієнт технофільності*, який визначається відношенням щорічного видобутку даного хімічного елемента до його загального вмісту в літосфері;

2) *коефіцієнт геохімічної рівноваги*, який показує відношення сумарних викидів будь-якої речовини до його загального вмісту в літосфері.

Дослідження показують, що досить часто виникають порушення геохімічної рівноваги таких елементів, як ртуть, кадмій та свинець. Перелік хімічних речовин, які підлягають вивченню на фонових станціях і в біосферних заповідниках, зведено в таблиці 3.1. Фоновий моніторинг включає різні програми спостережень і польових досліджень, а також методи математичного моделювання та прогнозування.

Таблиця 3.1

**Перелік хімічних речовин, які підлягають вивченню на фонових станціях та у біосферних заповідниках**

Назва хімічних речовин, які підлягають вивченню	Середовище				
	Атмосфера	Опади	Гідросфера	Ґрунти	Біота
Завислі речовини	+				
Двоокис сірки	+				
Озон	+				
Окис вуглецю	+				
Оксиди азоту	+				
Вуглєводи	+				
Бенз(а)пірен	+	+	+	+	+
Хлорорганічні сполуки (ДДТ, ін.)	+	+	+	+	+
Важкі метали (Pb, Hg, Cd...)	+	+	+	+	+
Двоокис вуглецю	+				
Фреони	+				
Біогенні елементи		+	+	+	+
Аніони і катіони.		+			
Радіонукліди		+			

### 3.3. Кліматичний моніторинг та його завдання

*Кліматичний моніторинг* – це система спостережень, оцінювання й прогнозування зміни клімату. Для вивчення змін та коливань клімату необхідні дані про стан кліматичної системи «атмосфера-океан-поверхня суші (з річками й озерами)-літосфера-біота» та взаємодію елементів цієї системи за тривалий час. Для з'ясування антропогенних змін та коливань клімату необхідно вивчити природну зміну клімату. Збирання даних про клімат минулого також можна віднести до кліматичного моніторингу – для цього необхідно створити систему збирання й вивчення копалин про можливі коливання та зміни клімату за останні сторіччя, тисячоліття (аналіз кілець деревини, донних відкладів). Все це дозволить вивчити вплив змін кліматичної системи на клімат в минулому.

Найважливішими завданнями кліматичного моніторингу є такі:

1. Збирання даних про стан кліматичної системи;
2. Аналіз і оцінювання природних та антропогенних змін та коливань клімату (включаючи порівняння клімату минулого з теперішнім);
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.

Кліматичний моніторинг включає в себе геофізичний та біологічний моніторинги. Розглядаються як фактори дії, так і джерела забруднення. Цей моніторинг вирішує практичні завдання та наукові прогнози.

Кліматичний моніторинг здійснюється за допомогою метеорологічних служб, які складаються з наземних та супутникових підсистем. Широке коло питань кліматичного моніторингу та питань про можливі зміни й коливання клімату групують за такими основними розділами:

1. Вимірювання основних метеорологічних параметрів, вивчення та аналіз атмосферних явищ та 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 НС в результаті кліматичних змін і коливань.

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

*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 та 140000 дощомірних станцій. Вони розміщені на земній кулі досить нерівномірно, на деяких материках їх явно недостатньо. Міжнародний обмін основними погодними даними є головним завданням Всесвітньої служби погоди (ВСП) і Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО).

*Всесвітня служба погоди* складається з глобальної системи спостережень, глобальної системи телезв'язку і глобальної системи обробки даних. Система призначена для збереження й надання накопиченої інформації. Глобальна система спостережень складається з наземної й супутникової підсистем.

*Наземна підсистема* базується на опорній синоптичній мережі. Інформацію цієї підсистеми складають також дані з кораблів та літаків, метеорологічних радіолокаторів, різних систем зондування атмосфери.

*Супутникова підсистема* складається з двох частин: супутники, розташовані на навколополярних орбітах, і геостационарні метеорологічні супутники. На станціях отримують інформацію із супутників, яка містить дані про вертикальні профілі температури й вологості, про температуру поверхні

моря, поверхні суші та верхнього шару хмар, про сніговий покрив, радіаційний баланс.

Дані глобальної системи метеорологічних спостережень використовують в першу чергу для прогнозування погоди, а також для підготовки кліматичної інформації.

До наземної підсистеми спостережень слід віднести станції з вимірювання сонячної радіації, фонового забруднення атмосфери, а також вимірювання змін характеристик атмосфери, що спричиняють помітний вплив на клімат. До таких характеристик атмосфери відносять концентрації CO<sub>2</sub>, озону O<sub>3</sub> та різноманітних газоподібних домішок.

Аерозольні частки природного та антропогенного походження, електромагнітне випромінювання, теплове забруднення можуть розглядатися як фактори, які впливають на клімат або кліматичну систему.

*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.

Моніторинг стану океану забезпечується вимірюванням температури поверхні і верхнього шару океану, вмісту солі та хімічного складу води, хвилювання та течій на різних глибинах. Для отримання даних про взаємодію атмосфери та океану проводяться регулярні морські кліматологічні вимірювання температури повітря й моря, краплі роси, видимості, напрямку та сили вітру, атмосферного тиску.

*Третій розділ* об'єднує моніторинг факторів, що впливають на стан кліматичної системи й клімату, та джерел факторів впливу. 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 та 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.

---

Теплові викиди призводять до нагрівання атмосфери. Проводяться спостереження за температурою повітря в передмістях великого міста і в самому місті. Ці спостереження показали, що температура коливається в межах 0,5-1,0<sup>o</sup>C. Це зумовлено впливом великого міста за рахунок теплових викидів та зміни альбедо.

При вимірюванні змін складу атмосфери й вивченні можливого впливу цих змін на клімат особливу увагу необхідно приділити спостереженням за вмістом і змінами концентрацій CO<sub>2</sub> в атмосфері, за процесами обміну CO<sub>2</sub> з океаном та наземною біотою. Збільшення вмісту CO<sub>2</sub> і ряду інших газових домішок зараз вважається найбільш важливим антропогенним фактором, здатним вплинути на клімат в найближчий час. Тому повинна бути приділена особлива увага вимірюванню концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері, вивченню балансу вуглецю в біосфері, обміну CO<sub>2</sub> з глибинними шарами океану, впливу нафтової плівки на газообмін між океаном та атмосферою тощо.

Підвищення вмісту стратосферних аерозолів приводить до оберненого ефекту – можливого похолодання через відбиття частини падаючого сонячного випромінювання. Вміст аерозольних часток в атмосфері може змінюватись як з природних причин (виверження вулканів, піщані бурі), так і в зв'язку з антропогенною діяльністю (викиди промислових підприємств).

*До четвертого розділу кліматичного моніторингу належить моніторинг наслідків кліматичних змін і коливань. Зміни та 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. Сюди ж можна віднести і ряд екологічних ознак: зміна характеру рослинності, врожайності різних культур, морської мікрофлори та мікрофауни, зміна популяцій комах, характеру розповсюдження хвороб тварин та рослин (в першу чергу, в зонах з найбільшою чутливістю до змін клімату).

Названі дані необхідні для проведення всебічного аналізу стану НС та моделювання клімату. Всебічний аналіз стану природного середовища й моделювання клімату дозволяє виділити критичні фактори впливу і найбільш чутливі елементи біосфери, що забезпечить оптимізацію системи кліматичного моніторингу.

Зараз з супутників можливе вимірювання більшої кількості метеорологічних показників та основних характеристик кліматичної системи. Іноді ці вимірювання ще важко здійснювати, але деякі спостереження із

спутників проводяться вже більш успішно, ніж за допомогою наземних засобів.

З урахуванням можливостей існуючих супутникових систем та доцільності організації тих чи інших вимірювань для отримання більш точної інформації про клімат Землі та стан кліматичної системи виділимо такі напрямки функціонування супутникових систем.

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.

На даний час з супутників проводяться вимірювання температури й вологості повітря на різних висотах, температури поверхні океану, зон, покритих рослинністю на суші та планктоном в океані, вологості ґрунту, зон та інтенсивності опадів, основних компонентів радіаційного балансу тощо.

За даними супутників можна оцінити зміни рослинного покриву через вирубку лісів, опустелювання, зміни характеру сільськогосподарських культур, що дає можливість зробити висновок про причини зміни альbedo земної поверхні.

Найбільш важливими та 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 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.

### 3.4. Організація радіаційного моніторингу

*Радіаційний або радіоекологічний моніторинг* – це інформаційно-технічна система спостережень, оцінювання та прогнозування радіаційного стану біосфери.

Основними та потенційними джерелами радіоактивного забруднення у мирний час є атомні електростанції, підприємства з виробництва ядерного палива, склади ядерної зброї, підприємства з переробки та зберігання ядерних відходів, місця захоронення відходів тощо.

Зараз в Україні працюють 14 ядерних реакторів. Окрім того, значна частина енергетичних реакторів в Польщі, Чехії, Румунії, Росії та Білорусі знаходиться в межах можливої транскордонної дії аварійної ситуації. В медицині, промисловості, наукових закладах використовуються десятки тисяч радіоактивних джерел. Величезна кількість (близько 1015 Бк) радіонуклідів знаходиться в об'єкті «Укриття» Чорнобильської зони відчуження.

Незважаючи на великі зусилля з підвищення безпеки експлуатації ядерних об'єктів, всі вони є джерелами ядерної небезпеки і потенційними джерелами радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Спостереження за радіоекологічним станом об'єктів навколишнього природного середовища та вмістом у них радіонуклідів здійснюють такі суб'єкти моніторингу: МНС (зокрема, Державна гідрометеорологічна служба), Мінагрополітики і Держводгосп України.

Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження за радіоактивним забрудненням атмосферного повітря шляхом щоденних замірів доз гамма-радіаційної експозиції (ГРЕ) у 180 пунктах спостережень, осідання радіоактивних частинок з атмосфери та вмісту радіоактивного аерозолію в повітрі в 66 пунктах. Показники радіоактивного забруднення поверхневих вод визначаються на 15 створах 8 водних об'єктів.

Поблизу атомних електростанцій Державна гідрометеорологічна служба здійснює заміри радіоактивного забруднення поверхневих вод цезієм-137 у 19 пунктах та забруднення ґрунтів у 29 пунктах, крім того в цих зонах спостереження ведуться на 10 автоматизованих пунктах. У межах 30-кілометрової зони навколо Чорнобильської АЕС (зони відчуження) здійснюються спостереження за концентрацією радіонуклідів у 13 пунктах та на 2 виробничих майданчиках; концентрацією радіонуклідів в атмосферних опадах на 29 пунктах та концентрацією так званих «гарячих» частинок у повітрі на 9 пунктах.

Міжнародна радіоекологічна лабораторія Чорнобильського центру атомної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології у Славутичі здійснює моніторинг впливу радіації на біоту в зоні відчуження.

Підрозділи Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів Мінагрополітики проводять контроль у місцях концентрації радіоактивних речовин у ґрунтах на 1003 ділянках та рослинницької продукції харчового призначення, що вирощується на відповідних сільгоспугіддях.

Державним комітетом України по водному господарству здійснюється контроль вмісту радіонуклідів у поверхневих водах на 268 створах у рамках радіаційного моніторингу вод водогосподарськими організаціями.

Основними забруднювальними факторами при радіаційному забрудненні (наприклад, в результаті аварії на АЕС) є радіоактивне випромінювання (в перші години після виникнення аварійної ситуації) та внутрішнє опромінення від радіонуклідів, що потрапляють в організм з продуктами харчування та водою.

Головними задачами при створенні методів комплексного радіоекологічного моніторингу є такі:

1. Розробка методів відбору проб повітря і води, вимірювання питомих  $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -активностей та процедур відповідного оцінювання доз;
2. Розробка методів гама-спектрометрії та відповідного оцінювання доз;
3. Розробка стратегії і техніки відбору проб, вимірювання питомої активності та моделювання змін очікуваної колективної дози.

Методи радіоекологічного моніторингу повинні включати в себе як оцінку стану джерела забруднення, так і оцінку забруднення навколишнього середовища в близькій (до 5 км) та дальній (до 100 км) зонах.

В Україні в рамках технічної допомоги Європейського Союзу «TACIS» з 1994-го року створюється система радіоекологічного моніторингу «ГАММА». Реалізація першої стадії цього проекту передбачає створення мережі трьох центрів радіоекологічного моніторингу на територіях навколо Рівненської, Запорізької та Інчальїнської (Білорусь) АЕС.

Основними завданнями системи «ГАММА» є:

- виявлення значних перевищень радіаційного фону на підконтрольних територіях;
- оповіщення відповідальних осіб про такі перевищення і забезпечення цих осіб інформацією, необхідною для проведення захисних заходів.

Система ГАММА-1 є одним з етапів впровадження системи «ГАММА» на території України і включає в себе національний інформаційно-кризовий центр (ІКЦ), розташований в Міністерстві охорони навколишнього природного середовища, і два локальних центри (в містах Рівне та Запоріжжя). Окрім того, до складу цієї системи входять:

- 27 постів контролю потужності дози гамма-випромінювання, встановлених у зоні Рівненської АЕС;
- 11 постів контролю потужності доз гамма-випромінювання, встановлених у зоні Запорізької АЕС;
- 1 пост автоматичного контролю альфа-бета-активності аерозолів, розміщений на відстані 5 км від Рівненської АЕС;
- 1 автоматичний пост контролю гамма-активності води на Рівненській АЕС;
- 2 автоматичних пости метеоконтролю (на Рівненській та Запорізькій АЕС).

Головними завданнями радіоекологічного моніторингу є такі:

1. Спостереження і контроль за станом забрудненої радіонуклідами зони, її окремих, особливо небезпечних частин, і заходами щодо зниження їхньої небезпеки;
2. Спостереження за станом об'єктів природного середовища за тими самими параметрами, що характеризують радіоекологічну ситуацію як у забрудненій зоні, так і за її межами;
3. Виявлення тенденцій зміни стану природного середовища в зв'язку з функціонуванням екологічно небезпечних об'єктів і при реалізації заходів, що проводяться на забруднених територіях;
4. Виявлення тенденцій зміни стану здоров'я населення, що проживає на забруднених радіонуклідами територіях;
5. Інформаційне забезпечення прогнозування радіоекологічної ситуації в забрудненій зоні й в Україні в цілому.

Радіоекологічний моніторинг здійснюється за такими напрямками:

1. Моніторинг ландшафтно-геологічного середовища з метою одержання базової інформації для оцінювання і прогнозування загальної радіоекологічної обстановки на забруднених радіонуклідами територіях і їхнього впливу на екологічний стан прилеглих територій;

2. Моніторинг поверхневих і підземних водних систем;

3. Моніторинг природоохоронних заходів і споруд;

4. Моніторинг локальних джерел радіонуклідного забруднення: об'єкт «Укриття», ставок-охолоджувач, пункти захоронення радіоактивних відходів і пункти тимчасової локалізації радіоактивних відходів, ЧАЕС та її інфраструктура тощо;

5. Моніторинг агробіоценозів та агроландшафтів;

6. Медичний і санітарно-гігієнічний моніторинг.

### 3.5. Особливості біотичного моніторингу

Останнім часом все більшого значення набуває наявність інформації про стан та рівні забруднення не тільки складових довкілля, але й стан біоти, тобто всіх живих організмів біосфери. При цьому важливо знати характер та інтенсивність відповідних реакцій біологічних об'єктів на антропогенні впливи. Одним з найбільш оперативних методів отримання такої інформації є методи біотичного моніторингу, зокрема, за допомогою певних видів рослин, тобто методами *біоіндикації та біотестування*.

Відомо, що вищі та нижчі рослини можуть використовуватися як біоіндикатори забруднення в двох випадках:

а) якщо вони *накопичують* у своїх тканинах ЗР у набагато більш високих концентраціях, ніж відповідні концентрації в геологічному середовищі;

б) якщо їхня *чутливість* до впливу визначених ЗР різко відрізняється від чутливості інших рослин.

У випадку впливу високої концентрації ЗР протягом короткого періоду часу можливе сильне (*гостре*) ушкодження рослини. У результаті загибелі тканини (некрозу) її колір змінюється від металево-сірого до коричневого, а в процесі старіння вона може знебарвлюватися і вигорати.

*Хронічне* ушкодження рослин виникає при впливі низьких концентрацій ЗР протягом тривалого періоду часу. До ознак хронічного ушкодження відносять бронзове фарбування листів, хлороз і їхнє передчасне старіння.

У природі часто зустрічається як хронічне, так і гостре ушкодження тієї ж самої рослини. Ознаки ушкоджень рослин виявлені й описані у рослин, які вирощені у природних умовах при відомих концентраціях ЗР. Потім ці ознаки були підтверджені в лабораторних умовах на рослинах, що піддавалися дії тих самих ЗР.

*Рослина-індикатор* — це така рослина, у якої ознаки ушкодження з'являються при впливі на неї фітотоксичної концентрації однієї ЗР чи суміші ЗР.

Для моніторингу важлива не тільки якісна, але і кількісна оцінка. Тому метою біомоніторингу є перетворення рослини-індикатора в рослину-монітор. Індикаторами можуть бути ті рослини, що акумулюють у тканинах забруднювальну речовину або продукти метаболізму (обміну речовин), які отримані в результаті взаємодії рослини і ЗР.

Основні забруднювальні речовини, що діють на рослину через повітря. Ушкодження рослин-індикаторів різними ЗР систематизовані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Ушкодження рослин від різних шкідливих речовин		
ЗР	Ушкодження	Рослина-індикатор
$O_3$	Плями металевого кольору; рудувато-білі плями; жовто-червоні кінчики голоч; хлороз	Шпинат, картопля, тютюн, виноград, огірок, цибуля, хвойні, ясен, квасоля, іпомея
ПАН	Водянисті, потім глясові, сріблясті, бронзові плями; хлоротичні смуги на листах	Салат, квасоля, петунія, злакові, узколистні трави
$NO_x$	Уповільнення росту і нагромадження сухої речовини Знебарвлення країв листів	Молоді томати, барвінок
$SO_2$	Біфасціальне знебарвлення між жилками, ефект «ялишки»	Ожина, малина, виноград, овес, береза вишнева, конюшина, ясен американський, ревінь, капуста, шпинат, тютюн, яблуна, персик
$SO_4^{2-}$	Червоно-бурий колір, хлороз	Сосна, ялина
$NO_2 + SO_2$	Зниження врожайності злаків і пасовищних трав	Овес, соєві боби, тютюн
$O_3 + SO_2$	Хлороз	Люцерна, капуста, квасоля, соя, шпинат, тютюн, томати
Фториди	Хлороз уздовж жилок або листів; гострий некроз по краях листів і деформація; обпалені верхівки	Гладиолус, тюльпан, ірис, лілія, хвойні
$NH_3$	Тьмяно-зелені, бурі, чорні листи, глянець на нижній стороні листа	Яблуна
B	Крайовий і міжжилавий некроз, плямистість листів, чашоподібна форма і деформація листів	Горіх сірий, жимолость, клен, шовковиця, дикий виноград
$Cl_2$	Знебарвлення листів по краях від чорного до білого, міжжилавий некроз (ЗОа), цяточки (Оз)	Гірчиця, соняшник Хвойні
Етилен, пропилен	Сповільнює зростання; погіршення цвітіння, плодоносіння, «скручує» листи	Орхідеї, томати, хризантеми (у теплицях)
HCl	Міжжилавий і крайовий хлороз, некроз	Слива



До *фотохімічних оксидантів* (речовин, для початку реакції спонтанного утворення і взаємодії яких необхідне сонячне світло) відносять: озон, пероксиацетилнітрат (ПАН) і оксиди азоту ( $NO_2$ ,  $NO$ ,  $N_2O$  і т. ін.). Озон потрапляє в рослини через устячка в процесі звичайного газообміну між рослинами і навколишнім середовищем. Ушкодження добре помітні на старих листах, головним чином, на верхній поверхні листа. Загальна ознака ушкодження озоном – плямистість.

ПАН також проникає в листи через устячка, у результаті чого на внутрішній стороні листів виникають водянисті плями, що потім стають глясовими, срібlistими чи бронзовими. Оксиди азоту ( $NO_x$ ). Для сильного ушкодження рослини оксидами азоту необхідна більш висока концентрація  $NO_x$ ; часто його вмісту у повітрі не досить для гострого ушкодження. Низькі концентрації  $NO_x$  навіть стимулюють зростання рослин, а їхня зелень стає більш темною.

Діоксид сірки ( $SO_2$ ) потрапляє в рослину й окислюється до високотоксичного сульфату  $SO_3$ , а потім повільно – в менш токсичний сульфат  $SO_4$ . У результаті дії  $SO_2$  на широколистові рослини їхні листки знебарвлюються між жилками (ефект «ялинки»).

*Другорядні ЗР:* фториди (джерело – плавильні заводи та інші підприємства подібного профілю), аміак (джерело – аварії на виробництві, втрати з трубопроводів), бор (джерело – виробництво скловолокна, печей і рефрижераторів), хлор (джерело – целюлозно-паперове виробництво, при використанні як окислювача, аварії при транспортуванні), етилен і пропілен (містяться у вихлопах автотранспорту, є природним рослинним гормоном, що утворюється при ушкодженні рослин іншими ЗР), соляна кислота.

*Тверді частки і важкі метали.* Вони можуть осідати на рослини, засмічувати і проникати в устячка, негативно впливати на запилення квітів, розмір та стан листів через вплив на  $pH$  ґрунту, впливати на склад лісових насаджень. Найчастіше ВМ зустрічаються у вигляді твердих часток, адсорбованих на інших частках, або у вигляді солей. З атмосфери вони осідають на рослини чи ґрунт. ВМ, що осідають на поверхні ґрунту, мають тенденцію накопичуватися в її верхніх шарах. Концентрація ВМ у ґрунті залежить від вмісту в ній глини й органічної речовини. У цілому ж ВМ стійкі до вилуджування і розпаду. При тривалому впливі концентрація їх збільшується і може стати токсичною.

*Свинець* найбільш розповсюджений ВМ, який часто зустрічається в повітрі і ґрунті. Природне джерело надходження свинцю – вивітрювання гірських порід. При виплавленні 1 т свинцю в атмосферу викидається до 25 кг  $Pb$ . Гумусовий шар ґрунту добре адсорбує  $Pb$ , який потім накопичується в ґрунті і локалізується в пухирцях диктиосом, відкладається в клітинній оболонці.

*Ртуть* – єдиний ВМ, що знаходиться в рідкому стані при нормальній температурі, один із найнебезпечніших канцерогенів. Природне джерело – вивітрювання гірських порід – близько 800 т. Нормально розвинуті ґрунти

мають високу сорбційну здатність, і вимивання *Hg* з них незначне. Випаровування *Hg* з ґрунту зменшується зі збільшенням вологості ґрунту, кислотності ґрунту і зі зменшенням гумусу. *Hg* негативно впливає на більшість рослин, особливо на троянди. На їхніх листах з'являються бурі плями, листи жовтіють, а потім опадають.

*Миш'як* (відходи медичної і металургійної промисловості, виробництво добрив, згорання вугілля). Міграція *As* в ґрунті відбувається більш інтенсивно, якщо він надходить у великих кількостях.

*Кадмій* – *Cd* (результат згорання дизельного палива, при плавленні руд і внесенні добрив). Максимальна адсорбція *Cd* відбувається в ґрунті з більшою смістю поглинання, значним вмістом гумусу, високим показником *pH*.

*Цинк* – *Zn* (відходи металургійного виробництва) більш мобільний, ніж свинець і кадмій. Висока міграція в еродованих ґрунтах в умовах підвищеної вологості. За наявними даними *Zn*, *Cd* і *Cu* викликають міжжилавий хлороз з наступним почервонінням і пожовтінням листів дерев поблизу джерела в середині літа.

Для біоіндикації ВМ використовують, в основному, мохи і лишайники, що абсорбують ВМ з повітря і атмосферних опадів. Мохи є кращими індикаторами. У Швеції, Фінляндії, Норвегії складені карти, що показують регіональні розходження у випаданні *Cd*, *Cu*, *Fe*, *Hg*, *Ni*, *Pb* і *Zn* з атмосфери за результатами аналізу мохів. Концентрація *Pb* у мохах збільшується при випаданні атмосферних опадів, зменшується зі збільшенням відстані від доріг і міст. Різні види мохів по-різному реагують на вміст того чи іншого ВМ. Сфагновий мох добре абсорбує *Cd*, *Pb* і *Zn*, інші види – накопичують *Hg*. Бородатий мох (Мексиканська затока) є активним акумулятором *Pb*.

Для біоіндикації можна вибрати недовговічні трав'янисті чи деревинні рослини і висадити їх на потрібних ділянках. Деревя будуть рости і довго бути індикаторами без особливого догляду.

Існує три способи одержання кількісної характеристики стану повітря через реакцію рослини на забруднення:

- 1) зіставити ступінь викликаного ЗР ушкодження з відомою концентрацією ЗР в навколишньому середовищі;
- 2) використовувати рослину як живий колектор (пробовідбірник);
- 3) виміряти кількість ЗР або зв'язаного з нею метаболіту і співвіднести отримане значення з концентрацією ЗР у повітрі і ґрунті.

Для мінімізації помилок необхідно використовувати ту саму ґрунтову суміш і насіння з одного джерела. Варто брати рослини, що легко вирощувати та доглядати, стійкі до хвороб та шкідників

Найбільше методи біоіндикації за допомогою тварин використовуються для оцінювання рівня забрудненості водного середовища. Визначають загальну біомасу і чисельність відповідної популяції. Зменшення розмірів популяції або її повне зникнення з водойми свідчить про забруднення води токсикантами.

При проведенні біотичного моніторингу використовують методи *пасивної* та *активної* біоіндикації.

При використанні *методів пасивної біоіндикації* як індикаторні організми використовують найбільш чутливі і досліджені види організмів, доступні для візуального спостереження, наприклад, *риби* для водних середовищ і великі безхребетні (*жуželці, дощові черв'яки*) – для ґрунтів.

Індикаторні організми повинні вивчатися у комплексі і на всіх стадіях прояву токсикозу, який визначається особливостями дії токсиканту та його концентрацією у середовищі. Так, токсиканти локальної дії пошкоджують респіраторний епітелій зябр у риб (до відділення ниток від зябрових пластинок), викликають кровотечу із зябер. Шкіряні покриви вкриваються слизом, який порушує газообмін, риба гине від асфіксії. Риби починають ковтати повітря з поверхні й гинуть з відкритим ротом та зябрами.

*Методи активної біоіндикації* для визначення токсикантів передбачають використання як індикаторні організми тест-об'єктів (гусениць-мурашів шовковичного шовкопряда *Bombyx mori L.*), ракоподібних (*Daphnia magna L.*)<sup>16</sup>. Гусениці-мураші мають надзвичайно високу чутливість до дії токсикантів, особливо до інсектицидів та солей важких металів.

### 3.6. Агроекологічний моніторинг

Агроекологічний моніторинг є важливою складовою загальнодержавної системи моніторингу та має на меті забезпечення спостережень за станом агроecosистем у процесі інтенсивної сільськогосподарської діяльності.

До завдань агроекологічного моніторингу входять:

- організація спостережень за станом агроecosистем;
- отримання та оцінювання системної інформації за регламентованим набором показників, що характеризують стан основних компонентів агроecosистеми;
- прогнозування можливих змін стану агроecosистеми в найближчій чи віддаленій перспективі;
- розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації ефективності агроecosистем, а також для попередження екстремальних ситуацій та обґрунтування шляхів виходу з них.

Агроекологічний моніторинг має бути комплексним, неперервним і системним.

*Комплексність* агроекологічного моніторингу передбачає одночасні спостереження за основними групами показників, що відображають особливості агроecosистем – це показники ранньої діагностики змін, а також ряд показників, що характеризують коротко- і довготермінові зміни.

*Неперервність* моніторингу передбачає періодичність спостережень за кожним показником з урахуванням можливих темпів та інтенсивності їхніх змін.

*Системність* моніторингу полягає в одночасному дослідженні всіх компонентів системи: атмосфера-ґрунт-вода-рослина-тварина-людина за гідрометеорологічними, агрохімічними та мікробіологічними показниками.

В агроекологічному моніторингу виділяють дві взаємопов'язані інформаційні підсистеми – наукову і виробничу. Науковою базою є полігонний агроекологічний моніторинг, який здійснюється на ділянках довготривалих дослідів, постійних ділянках спостережень і реперних точках. При відповідному оснащенні сучасним інструментальним обладнанням наукова 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.

Використання як полігонів опорних господарств, спрямованих на екологічне та агрохімічне оцінювання, дає змогу оцінити рівень насиченості ґрунтів органічними і мінеральними добривами, інтенсивність використання хімічних засобів захисту рослин, стимуляторів росту, меліорантів тощо.

Агроекологічний моніторинг повинен охоплювати весь спектр систем землеробства, зокрема:

- з *інтенсивним землеробством*, що забезпечує максимальну для даних умов продуктивність сівозмін на основі використання прогресивних (зокрема, інтенсивних) технологій обробітку ґрунту та догляду за сільськогосподарськими культурами (1-й рівень продуктивності);

- з *використанням інтегрованих систем* добрив і засобів захисту рослин, що забезпечують високу продуктивність на основі низьких та середніх доз добрив і «м'яких» способів хімічного захисту рослин з урахуванням екологічних порогів шкідливості (2-й рівень продуктивності);

- 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 (3-й рівень продуктивності);

- з *екстенсивним способом* ведення землеробства, що відображає сучасну природну родючість ґрунтів даної зони (4-й рівень продуктивності).

Локальний агроекологічний моніторинг проводять у виробничих умовах на площах дослідно-показових і базових господарств, розташованих в основних ґрунтово-кліматичних регіонах України, і він включає:

- систематичні спостереження за станом агроecosистем під впливом інтенсивного застосування засобів хімізації;

- оцінювання і прогнозування змін стану агроecosистем в залежності від техногенного навантаження;

- вивчення і оцінювання високоефективних екологічно безпечних технологічних прийомів у землеробстві і розробка заходів з їх широкого застосування у виробничих умовах.

У системі локального агроекологічного моніторингу проходять випробування основні технологічні рішення, отримані на полігонних об'єктах.

Суцільний агроекологічний моніторинг здійснюють установи «Агрохімслужби», які періодично (через 5-15 років) обстежують ґрунтове

середовище України (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. Складають також карти і картограми. 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 ґрунтовым покривом полях з різною інтенсивністю хімічних навантажень виділяють стаціонарні ділянки (реперні майданчики), на яких вивчають динаміку широкого набору показників, що є основою для подальшого екологічного оцінювання технологій, що застосовуються. Фонові майданчики організовують на найближчих ґрунтових аналогах, що не зазнають антропогенного впливу (цілина, перелogi, природні угіддя).

Перспективним напрямом суцільного агроекологічного моніторингу вважається дистанційна аерокосмічна зйомка.

*Програма агроекологічного моніторингу передбачає:*

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

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

Початковий етап (*перший рівень*) дозволяє оцінити стан ґрунтів та ґрунтового покриву, масштаби антропогенного впливу, спрямованість та інтенсивність розвитку негативних процесів і вибрати об'єкти для подальших досліджень.

Стаціонарна форма агроекологічного моніторингу агроекологічного моніторингу (*другий рівень*) реалізується за розширеною програмою комплексних досліджень параметрів ґрунтів, водно-сольових режимів та балансів, геохімічної міграції елементів, а також процесів, що протікають у ґрунтовому середовищі.

Скорочена форма (*третій рівень*) агроекологічного моніторингу реалізується за скороченою програмою в процесі маршрутних обстежень заздалегідь визначених ділянок або маршрутів (вибраних за тим же принципом, що і стаціонарні). При цьому основну увагу приділяють репрезентативним діагностичним показникам, що найбільш динамічно змінюються в часі (кислотність, окислювально-відновлювальний потенціал, щільність та структурний стан ґрунту, вбирна ємність тощо).

Маршрутні обстеження просторово можуть бути прив'язані до стаціонарних ділянок або ж прокладені у самостійних напрямках. Набір показників для еколого-токсикологічного оцінювання визначається з урахуванням ґрунтово-кліматичних характеристик регіону, можливостей забруднення агроєкосистем викидами близько розташованих джерел забруднень (враховуються склад, обсяги і токсичність всіх інгредієнтів викидів), а також технології вирощування сільськогосподарських культур. Обов'язковим є проведення початкового хімічного аналізу стану поверхневих і ґрунтових вод, ґрунтів (зокрема, забруднення біогенними елементами та сполуками *Cl, P, Se, B, Dr, As, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>*; важкими металами *Be, Mn, Zn, Pb, Cd, Cr, Co, Mo, Ni, Hg, V, Sn*; залишками пестицидів, бенз(а)піреном, діоксинами). При цьому використовують технологічні карти та архівні матеріали.

#### *Питання до самоперевірки*

1. Коли і де було прийнято рішення про створення глобальної системи моніторингу навколишнього середовища (ГСМОНС)?
2. Сформулюйте сім основних задач програми ГСМОНС.
3. Назвіть головні цілі функціонування ГСМОНС.
4. На яких станціях здійснюється глобальний моніторинг?
5. Які пріоритетні фактори враховують при організації ГСМОНС?
6. Назвіть особливості організації фонових моніторингу.
7. Що включає програма фонових моніторингу?
8. Які критерії відбору речовин та сполук для фонових моніторингу?
9. Які характеристики включаються у програму фонових моніторингу?
10. Що таке кліматичний моніторинг та які його завдання?
11. Які розділи включає в себе кліматичний моніторинг? Дайте їх аналіз.
12. Вкажіть головні підсистеми і завдання Всесвітньої служби погоди (ВСП) і Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО).
13. Яким чином проводиться вибір величин та їх пріоритетності при організації кліматичного моніторингу?
14. Перерахуйте особливості супутникового кліматичного моніторингу.
15. Що називають радіаційним моніторингом? Назвіть джерела та фактори радіоактивного забруднення.
16. Які головні задачі ставлять при створенні комплексного радіоекологічного моніторингу? Назвіть основні одиниці радіаційних доз та випромінювань.
17. Що включають в себе методи радіоекологічного моніторингу?
18. Які завдання має система радіоекологічного моніторингу «ГАММА»?
19. Що входить до складу системи «ГАММА»?
20. Перерахуйте головні завдання радіоекологічного моніторингу.

21. Які основні напрями здійснення радіоекологічного моніторингу?
22. Назвіть особливості та основні принципи проведення біотичного моніторингу. В яких випадках доцільно використовувати методи біоіндикації?
23. Дайте характеристику основних ЗР, що діють на рослину через повітря.
24. Які важкі метали (ВМ) найчастіше і яким чином потрапляють в рослини?
25. Який негативний вплив ВМ на рослини? Які рослини є найкращими біоіндикаторами ВМ?
26. Вкажіть основні види ушкоджень рослин від ЗР.
27. Проаналізуйте способи одержання кількісних характеристик стану повітря через реакцію рослини на забруднення.
28. Охарактеризуйте основні принципи проведення біоіндикації за допомогою тварин.

#### 4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Широке використання сучасних інформаційних технологій має вирішальне значення для розвитку економіки, ефективного управління та покращення стану довкілля та умов життєдіяльності людей. Для роботи з даними, які змінюються в просторі і часі, найбільше застосування набули геоінформаційні технології, дистанційне зондування Землі та деякі інші.

*Геоінформатика та геоінформаційні системи.* 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. Вперше термін «геоінформаційні системи» з'явився у другій половині ХХ століття як «географічні інформаційні системи».

З точки зору призначення *географічна інформаційна система* або *геоінформаційна система (ГІС)* — це інформаційна система, яка забезпечує збирання, збереження, обробку, доступ, відображення та поширення просторово-орієнтованих даних (*просторових даних*).

З точки зору програмно-інформаційної реалізації *геоінформаційна система (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.

*ГІС-технологія* — це технологічна основа створення геоінформаційних систем, які дозволяють реалізувати функціональні можливості ГІС.

Створення та 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. Важливо, що в рамках ГІС досліджується не тільки географічна інформація, а й всі процеси та явища на земній поверхні, в економіці та у суспільстві.

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.

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.

Відомо багато розробок ГІС-платформ (ГІС-пакетів, оболонок). У сфері моніторингу довкілля в Україні найбільш поширеними є MapInfo, ArcView та ArcInfo (ArcGIS), GeoDraw, ArcView, Карта (ГІС «Панорама»), Digitals, VNetGIS, OKO та інші.

*Основні етапи розв'язання задач екологічного моніторингу з використанням ГІС.*

1. *Збирання вхідного матеріалу для розв'язання задачі.*
2. *Вибір чи створення геоінформаційної електронної карти (основи ГІС).*
3. *Наповнення електронної карти картографічною та атрибутивною інформацією* – адміністративні одиниці (границі областей, районів, лісництв тощо), адреси підприємств та місця розташування інших джерел забруднення, видовий склад рослинного і тваринного світу, пункти спостережень стану довкілля та ін. Інформація заноситься в атрибути об'єктів карти ГІС.
4. *ГІС-аналіз екологічної ситуації* – розв'язання задач обробки та аналізу даних з використанням ГІС-забезпечення, часовий та просторовий аналізи, прогнозування розвитку цих процесів, наприклад, оцінювання якості поверхневих вод, можливого впливу джерел забруднень та екстремальних метеорологічних умов на забрудненість атмосферного повітря, аналіз доцільності розташування певних об'єктів, наприклад, дитячих дошкільних закладів, на відповідній території, сільськогосподарських угідь тощо.
5. *Візуалізація вхідних даних та результатів розв'язання задачі*



використання можливостей ГІС у візуалізації як вхідних даних, так і результатів досліджень: побудова тематичних карт та діаграм, побудова тривимірних статичних та рухомих зображень.

*Функціональне призначення ГІС-технологій.* 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. ГІС-технології мають такі можливості:

- 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;

- забезпечують широкий спектр інструментів аналізу наявної екологічної інформації, дозволяють відкривати невідомі раніше зв'язки, закономірності, тенденції змін об'єктів і процесів, що досліджуються;

- забезпечують можливості динамічного аналізу і відображення даних, що дозволяють слідкувати за змінами у часі стану просторових об'єктів;

- дозволяють візуалізувати всі види географічної інформації, в тому числі отриманої за допомогою пристроїв дистанційного зондування;

- дозволяють суттєво розширювати свої функціональні можливості під потреби конкретного користувача, шляхом використання вбудованих середовищ програмування і підключення зовнішніх програмних модулів.

#### *Питання до самоперевірки*

1. Дайте визначення поняттям «геоінформатика», «геоінформаційна система», «ГІС-технологія».
2. Назвіть етапи розв'язання задач екологічного моніторингу з використанням ГІС.
3. Охарактеризуйте сучасні ГІС-пакети (оболонки, програми), які використовуються в галузі екологічного моніторингу в Україні.
4. Які Ви знаєте види електронних карт? Які з них та в яких задачах краще використовувати?
5. Яку інформацію розміщують в ГІС моніторингу довкілля? Які є узагальнені групи шарів (теми карт)?

## 5. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АП - Атмосферне повітря  
ГІС - Геоінформаційна система  
ГІС-пакет - Пакет комп'ютерних програм для роботи з ГІС  
ГС - Геологічне середовище  
ГСМОНС - Глобальна система моніторингу навколишнього середовища  
ДЕІ - Державна екологічна інспекція  
Держводгосп - Державний комітет України по водному господарству  
Держгеослужба - Державна геологічна служба Мінприроди України (колишній Державний комітет України по геології і використанню надр – Держкомгеології)  
Держгідрометслужба - Державна гідрометеорологічна служба МНС України (колишній Державний комітет України гідрометеорології – Держкомгідромет - Головне управління гідрометслужби СРСР – ГУГМС)  
Держкомзем - Державний комітет України по земельних ресурсах  
Держкомлісгосп - Державний комітет України по лісовому господарству  
ДЗЗ - Дистанційне зондування Землі  
ЗА - Забруднення атмосфери  
ЗГ - Забруднення ґрунтів  
ЗДССКА - Загальнодержавна служба спостережень та контролю за станом атмосфери  
ЗР - Забруднювальні (забруднюючі) речовини  
МАП, Мінагрополітики - Міністерство аграрної політики України  
МГС - Моніторинг геологічного середовища  
Мінжитлокомунгосп - Міністерство з питань житлово-комунального господарства України (колишній Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства – Держжитлокомунгосп)  
Мінприроди - Міністерство охорони навколишнього природного середовища України  
МНС - Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи  
МОЗ - Міністерство охорони здоров'я України  
ПАР - Поверхнево-активні речовини  
РЗА - Рівень забруднення атмосфери  
РСМД - Регіональні системи моніторингу довкілля  
СЕС - Санітарно-епідеміологічна станція (МОЗ)  
СЗЗ - Санітарно-захисні зони  
СПАР - Синтетичні поверхнево-активні речовини  
ТЗА - Таблиця забруднення атмосфери

## 6. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 6.1. Основна

1. *Моніторинг* довкілля : Підручник / Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.— Вінниця : ВНТУ, 2010. — 232 с.
2. *Моніторинг* довкілля: Підручник /М.О. Клименко, А.М. Прищеп, Н.М. Вознюк. – К.:Академія, 2006. – 360 с.
3. *Моніторинг* довкілля: Навч. Посібник: У 2-ч./Л.І. Дуднікова, С.П.Пушкін.- К.: Вид-во Європ. Ун-ту, 2007 - 273 с.
4. *Запольський А.К., Українець А.І.* Екологізація харчових виробництв: Підручник. — К.: Вища шк., 2005. — 423 с.

### 6.2. Додаткова

5. *Полетасва Л.М., Сафранов Т.А.* Моніторинг навколишнього природного середовища: Навчальний посібник. – К.: КТН, 2007. – 172 с.
6. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. -2-е издание. - Л.: Гидрометеиздат, 1985
7. *Меннинг У. Дж., Федер У.А.* Биомониторинг загрязнений атмосферы с помощью растений / Под. ред.. Л.М. Филиповой. - Л.: Гидрометеиздат, 1985
8. *Кубланов С.Х., Шпаківський Р.В.* Моніторинг довкілля:Навчально-методичний посібник. – К., 1998.

## ЗМІСТ

1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ.....	3
2. ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ ЗА СКЛАДОВИМИ БІОСФЕРИ.....	10
2.1. Організація моніторингу за станом атмосферного повітря.....	11
2.1.1. Категорії , розміщення та кількість постів спостережень.....	14
2.1.2. Програми спостережень за забрудненням атмосферного повітря.....	16
2.1.3. Методи відбору проб атмосферного повітря.....	18
2.2. Організація моніторингу водних об'єктів.....	21
2.2.1. Пункти стаціонарної мережі спостережень за водними об'єктами .....	24
2.2.2.Програми спостережень за водними об'єктами .....	26
2.2.3.Методи та терміни відбору проб.....	27
2.2.4.Гідробіологічно спостереження за якістю води та донними відкладеннями.....	29
2.2.5.Пункти та програми спостережень за забрудненням морського середовища.....	34
2.2.6.Суб'єкти та об'єкти моніторингу морських вод в Україні.....	36
2.3.Особливості організації моніторингу ґрунтів.....	37
2.3.1.Організація спостережень за ґрунтами, забрудненими пестицидами.....	40
2.3.2. Організація спостережень за ґрунтами, забрудненими важкими металами.....	41
3. ОСОБЛИВІ ВИДИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ.....	43
3.1. Глобальна система моніторингу навколишнього середовища.....	43
3.2. Особливості організації фонового моніторингу.....	45
3.3.Кліматичний моніторинг та його завдання.....	47
3.4. Організація радіаційного моніторингу.....	51
3.5.Особливості біотичного моніторингу.....	54
3.6.Агроекологічний моніторинг.....	58
4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ.....	62
5. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	65
6. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66
6.1. Основна.....	66
6.2. Додаткова.....	66

Навчальне видання

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

КУРС ЛЕКЦІЙ  
для студентів напрямку 6.040106  
“Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування”  
денної та заочної форм навчання

СХВАЛЕНО  
на засіданні кафедри  
біохімії та екологічного  
контролю  
як курс лекцій  
Протокол № 19  
від 31.05.2011 р.

Укладач: Ничик Оксана Василівна

Видання подається в авторській редакції

Підп. до друку 14.07.11. Ум. друк. арк. 3,95. Наклад 50 пр.  
Зам. № 153-11А

---

НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68  
[www.book.nuht.edu.ua](http://www.book.nuht.edu.ua)  
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.