

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

До друку та в світ  
дозволяю на підставі  
«Єдиних правил»,  
п. 2.6.14

Начальник організаційно-  
методичного управління

В. Б. Юскаєв

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

із курсу «Моніторинг довкілля»  
для студентів спеціальності 04010601 «Екологія та охорона  
навколишнього середовища»  
усіх форм навчання

Усі цитати, цифровий та  
фактичний матеріал,  
бібліографічні  
відомості перевірені,  
запис одиниць  
відповідає стандартам

Укладач  
Відповідальний за випуск  
Декан факультету ТеСЕТ  
Директор ЦЗДВН

Л. Л. Гурець  
Л. Д. Пляцук  
О. Г. Гусак  
С. С. Мелейчук

Суми  
Сумський державний університет  
2016

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
із курсу «Моніторинг довкілля»  
для студентів спеціальності 04010601 «Екологія та охорона  
навколишнього середовища»  
усіх форм навчання

Затверджено на засіданні  
кафедри прикладної екології  
як конспект лекцій із дисципліни  
«Моніторинг довкілля».  
Протокол № 2 від 20.09.2016 р.



Суми  
Сумський державний університет  
2016

Моніторинг довкілля: конспект лекцій / укладач  
Л. Л. Гурець. – Суми : Сумський державний університет, 2016. –  
250 с.

Кафедра прикладної екології

## Зміст

	С.
Вступ .....	8
Тема 1 Загальні поняття та визначення курсу моніторингу довкілля, етапи становлення системи моніторингу .....	10
1.1 Основні визначення, напрямки діяльності моніторингу ..	10
1.2 Місце моніторингу в системі охорони довкілля.....	15
1.3 Рівні та види моніторингу навколишнього середовища...	19
Висновки.....	22
Питання для самоперевірки .....	23
Тема 2 Організація комплексного моніторингу природного середовища .....	24
2.1 Дослідження та контроль стану об'єктів навколишнього середовища .....	24
2.2 Вибір полігонів і об'єктів екологічного моніторингу довкілля.....	27
2.3 Види досліджень при виборі полігонів і об'єктів моніторингу.....	32
2.4 Організація спостережень за станом довкілля.....	34
2.5 Фактори навколишнього середовища, що підлягають моніторингу.....	38
2.6 Програми та пріоритетність спостережень за станом НС ...	40
Висновки.....	42
Питання для самоперевірки .....	43
Тема 3 Організація моніторингу навколишнього природного середовища в Україні .....	45
3.1 Законодавчі акти в галузі моніторингу навколишнього природного середовища .....	45
3.2 Основні питання «Положення про державну систему моніторингу довкілля» .....	47
Висновки.....	58
Питання для самоперевірки .....	60
Тема 4 Організація системи моніторингу атмосферного повітря...	61
4.1 Правові засади моніторингу атмосферного повітря.....	61
4.2 Організація мережі моніторингу атмосферного повітря ..	64

4.3 Категорії, розміщення і кількість постів спостереження за забрудненням атмосфери.....	67
4.4 Вибір забруднюючих речовин для контролю їх вмісту в атмосфері.....	72
4.5 Програми спостережень за станом атмосферного повітря....	75
Висновки.....	76
Питання для самоперевірки.....	77
Тема 5 Проведення дослідження стану атмосферного повітря.....	78
5.1 Проведення спостережень на постах.....	78
5.2 Відбір проб атмосферного повітря для аналізу.....	80
5.3 Прилади і обладнання для контролю стану атмосферного повітря.....	85
Висновки.....	90
Питання для самоперевірки.....	91
Тема 6 Обстеження стану забруднення атмосфери. Санітарно-гігієнічні нормативи контролю рівня забруднення повітря.....	93
6.1 Обстеження стану забруднення атмосфери.....	93
6.1.1 Епізодичне обстеження атмосферного повітря.....	94
6.1.2 Комплексне обстеження.....	95
6.2 Критерії санітарно-гігієнічного оцінювання якості атмосферного повітря.....	99
Висновки.....	103
Питання для самоперевірки.....	104
Тема 7 Організація моніторингу поверхневих вод суші.....	106
7.1 Здійснення моніторингу вод.....	106
7.1.1 Державний водний кадастр.....	108
7.2 Правові засади державного моніторингу вод.....	110
7.2.1 Порядок здійснення державного моніторингу вод...	110
Висновки.....	118
Питання для самоперевірки.....	119
Тема 8 Організація мережі пунктів спостережень за поверхневими водними об'єктами.....	121
8.1 Вимоги щодо створення мережі спостережень за поверхневими водними об'єктами.....	121
8.2 Пункти спостережень за поверхневими водами.....	122

8.3 Програми спостережень за якістю води .....	127
Висновки.....	133
Питання для самоперевірки .....	134
Тема 9 Моніторинг при забрудненні водних об'єктів.	
Оцінювання та прогнозування якості води .....	135
9.1 Кризовий моніторинг при аварійному скиді забруднюючих речовин .....	135
9.2 Спостереження за джерелами негативного впливу на екологічний стан водних об'єктів.....	138
9.3 Відбір та зберігання проб води.....	140
9.4 Оцінювання та прогнозування якості води .....	145
Висновки.....	150
Питання для самоперевірки .....	152
Тема 10 Моніторинг підземних вод .....	153
10.1 Особливості забруднення підземних вод .....	153
10.2 Основні положення моніторингу підземних вод.....	154
10.3 Організація моніторингу підземних вод .....	156
10.3.1 Організація спостережень фонових моніторингу підземних вод .....	156
10.3.2 Організація спостережень загального моніторингу ..	157
10.4 Організація моніторингу ґрунтових вод.....	163
Висновки.....	165
Питання для самоперевірки .....	167
Тема 11 Правові основи моніторингу ґрунтів. Організація мережі моніторингу ґрунтів.....	169
11.1 Правові засади державного моніторингу земель.....	170
11.1.1 Земельний кодекс України.....	170
11.1.2 Положення про моніторинг земель.....	171
11.2 Організація мережі моніторингу ґрунтів.....	173
11.2.1 Спостереження за агрофізичним станом земель ....	174
11.2.2 Спостереження за хімічним забрудненням ґрунтів...	176
Висновки.....	184
Питання для самоперевірки .....	185
Тема 12 Нормування та оцінювання стану ґрунтів .....	186
12.1 Нормування стану ґрунтів .....	186

12.2	Принцип контролю забруднення ґрунтів .....	187
12.3.	Оцінювання стану ґрунтів.....	189
12.3.1	Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами .....	190
12.4	Санітарні та біологічні показники оцінювання стану ґрунтів .....	191
12.5	Класифікація ґрунтів за впливом хімічних забруднюючих речовин .....	193
12.6	Гігієнічне оцінювання ґрунтів населених пунктів .....	195
	Висновки.....	198
	Питання для самоперевірки.....	198
Тема 13	Біомоніторинг стану навколишнього середовища.....	200
13.1	Біоіндикація.....	201
13.1.1	Лишайники як біоіндикатори .....	203
13.1.2	Водорості як біоіндикатори .....	204
13.1.3	Безхребетні як індикатори .....	206
13.1.4	Риби як біоіндикатори.....	207
13.1.5	Рослини як біоіндикатори .....	208
13.1.6	Переваги та недоліки методів біоіндикації .....	208
13.2	Біотестування .....	210
	Висновки.....	212
	Питання для самоперевірки.....	213
Тема 14	Дистанційні методи моніторингу навколишнього середовища .....	214
14.1	Види дистанційних методів спостереження .....	214
14.2	Аерокосмічний метод моніторингу довкілля.....	221
14.3	Основні типи апаратів аерокосмічного моніторингу ....	225
14.3.1	Метеорологічні супутники .....	225
14.3.2	Супутники для вивчення земних ресурсів .....	225
14.4	Основні види даних дистанційного зондування.....	226
	Висновки.....	228
	Питання для самоперевірки.....	229
Тема 15	Інформаційне забезпечення в системі екологічного моніторингу.....	231
15.1	Рівні інформаційної системи моніторингу.....	232

15.2 Пакети прикладних програм для обробки даних моніторингу.....	232
15.3 Середній рівень екоінформаційної системи. Геоінформаційне забезпечення системи моніторингу (ГІС) ...	236
15.3.1 Особливості організації даних у ГІС .....	237
15.3.2 Основні функціональні можливості ГІС .....	241
15.3.3 Структура ГІС єдиного екологічного моніторингу регіону.....	243
Висновки.....	246
Питання для самоперевірки .....	248
Список літератури .....	249



## Вступ

За останні півсторіччя погіршився стан більшості природних екологічних систем, зменшилась біопродуктивність і біорізноманіття, катастрофічно деградували ґрунти, виснажені мінеральні ресурси при небаченому зростанні забруднення всіх геосфер, що пов'язано з науково-технічною революцією та з інтенсивним зростанням чисельності населення. З атмосферою та гідросферою циркуляцією забруднюючі речовини надходять на регіональний і глобальний рівень, перетворюючи планету на єдину технобіологічну систему. Шляхи вирішення екологічних проблем, стратегія екологічної безпеки і сталого розвитку все ще залишаються невизначеними. Вважається, що відповідь на ці питання повинна дати наукова концепція екологічної безпеки на базі екологічного моніторингу.

Із початку 70-х років минулого сторіччя, коли в Стокгольмі відбулася конференція з охорони навколишнього середовища під егідою ООН, організація моніторингу довкілля увійшла до першочергових завдань людства. Міжнародне співробітництво у питаннях спостережень, оцінки та прогнозу стану навколишнього середовища об'єднує національні служби моніторингу і дозволяє висвітити загальну картину екологічних проблем та шляхи їх вирішення.

Курс «Моніторинг навколишнього середовища» є самостійною науково-прикладною дисципліною. **Об'єктом** його дослідження є стан навколишнього середовища в цілому та його складових зокрема.

**Метою курсу** є засвоєння студентами професійних знань і навичок та формування екологічно орієнтованого світогляду, необхідного для прийняття природоохоронних рішень.

**Завдання курсу** пов'язані з вивченням закономірностей, правил і вимог до формування системи моніторингу навколишнього середовища як підсистеми інформаційного забезпечення управлінських структур природоохоронної спрямованості та користувачів екологічної інформації в умовах

еколого-економічних обмежень. До них належать: вивчення науково-теоретичних основ організації і роботи системи моніторингу, вивчення методичних основ та формування навичок спостережень і контролю параметрів навколишнього середовища, оцінки стану і якості довкілля; ознайомлення з особливостями організації мережі та функціонування державної системи моніторингу України і напрямками підвищення ефективності її роботи. Основне завдання курсу – формування екологічних принципово нових напрямків трансформації поглядів на зв'язки між людиною і середовищем життя.

## **Тема 1 Загальні поняття та визначення курсу моніторингу довкілля, етапи становлення системи моніторингу**

*Зміст теми:*

- 1.1 Основні визначення, напрямки діяльності моніторингу.
- 1.2. Місце моніторингу в системі охорони довкілля.
- 1.3 Рівні та види моніторингу навколишнього середовища.

*Ключові терміни:* моніторинг, глобальна система моніторингу, система, природоохоронна діяльність.

### **1.1 Основні визначення, напрямки діяльності моніторингу**

Найважливішими екологічними проблемами сучасності внаслідок антропогенного забруднення довкілля є глобальні тенденції зміни складу і якості атмосфери, водного басейну, ґрунтів, земельних та інших природних ресурсів, перенесення поллютантів на великі відстані, на територію інших держав, вплив на довкілля фотохімічних оксидантів і кислотних опадів, вплив хлорфторвуглеводів та інших речовин на озоновий шар, вплив на клімат «парникових газів». Ці проблеми є не лише регіональними, а й глобальними.

Наприкінці 60-х років ХХ ст. багато країн усвідомили необхідність координації зусиль щодо збору, збереженню і переробці інформації про стан довкілля. Організація Об'єднаних Націй (ООН), серед перших засновників якої був і Радянський Союз, із самого початку свого існування опікувалася питаннями охорони природи. Вперше проблема охорони навколишнього середовища як комплексна глобальна проблема охорони біосфери в цілому, а не лише окремих видів рослин і тварин, була розглянута на Міждержавній міжнародній конференції в 1968 році. Її результатом стало прийняття однієї з найбільших наукових програм «Людина і біосфера».

Конференція ООН (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.) волею

керівників 192 країн ухвалила «Повістку дня на XXI століття – розгорнуту програму екологічної орієнтації розвитку суспільства» і проголосила принципи переходу до стійкого та екологічно безпечного соціально-економічного розвитку на базі принципу повної відповідальності за долю людства в умовах екологічної кризи. Виконання цих завдань неможливе без інформаційно-методичного забезпечення структур управління.

Для виявлення змін стану навколишнього середовища під впливом діяльності людини необхідна система стеження, тобто одночасного спостереження і контролю за досліджуваним об'єктом.

Людство споконвіку застосовувало метод спостережень як спосіб пізнання, заснований на відносно тривалому цілеспрямованому і планомірному сприйнятті предметів і явищ навколишнього світу. Слово «моніторинг» (англ.) – контроль.

Термін *моніторинг* виник у науці спочатку для визначення системи повторних спостережень у просторі і часі за досліджуваним об'єктом із визначеними цілями відповідно до поставленої програми.

Таким чином, моніторинг – це система спостережень, оцінювання, контролю і прогнозу стану навколишнього середовища. Він не включає в свою структуру органи управління якістю навколишнього середовища (НС), але постачає їм необхідну інформацію для здійснення управлінського процесу та для розроблення інженерних проектів і наукових методів захисту довкілля.

Можна назвати такі **основні напрямки діяльності** системи моніторингу:

- спостереження за фактичним станом та за факторами впливу на навколишнє природне середовище;
- оцінка фактичного стану природного середовища;
- контроль відповідності фактичного стану стандартам;
- прогноз можливих змін стану природного середовища та оцінка його розвитку.

Моніторинг може охоплювати як локальні райони планети, так і всю земну кулю в цілому.

Ідея про необхідність створення системи глобального міжнародного моніторингу була висловлена спеціальною комісією Наукового комітету з проблем навколишнього середовища Міжнародної ради наукових союзів у 1971 р. У цьому ж році була опублікована брошура «Глобальний моніторинг природного середовища».

Глобальна система моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС) виникла на основі рішення Конференції ООН із проблем навколишнього середовища (Стокгольм, 1972). На цій конференції було дане визначення **моніторингу як системи повторних спостережень одного чи більше елементів НПС у просторі і в часі з певними цілями відповідно до заздалегідь підготовленої програми.**

Надалі моніторингом стали називати систему спостереження, контролю і регулювання стану навколишнього середовища, що здійснювалися у різних масштабах, у тому числі і глобальному. Зрештою загальноприйнятим стало визначення, запропоноване радянським вченим Ю. А. Ізраєлем: **«Моніторингом є система спостереження, оцінювання і прогнозу стану навколишнього середовища з метою виділити зміни стану біосфери на природному фоні під впливом людської діяльності».**

Започаткована ООН Міжнародна програма ЮНЕП (UNEP – United Nations Environment Protection – охорона навколишнього середовища) передбачає глобальний моніторинг навколишнього середовища.

Одним із її завдань є і питання про координування і стимулювання міжнародної діяльності з моніторингу, особливо на регіональному і глобальному рівнях. Із 1975 року почався цілеспрямований розвиток моніторингу завдяки створенню центру робіт із програми (ЦРП ГСМНС) у Найробі (Кенія).

За уточненим визначенням ЮНЕП, **моніторинг – це система спостереження, оцінювання і контролю за станом**

**навколишнього природного середовища з метою розроблення заходів щодо його охорони та раціонального використання природних ресурсів, а також для попередження про критичні екологічні ситуації, шкідливі або небезпечні для здоров'я людей чи для існування живих організмів і їх співтовариств, природних об'єктів і комплексів, для прогнозування масштабів змін як у самому середовищі, так і у об'єктів-реципієнтів.**

Зростання потреб в оперативній науково-технічній інформації сприяє розвитку інформаційних систем і баз даних на всіх рівнях. ООН має понад 700 інформсистем, служб, баз даних. Більшість із них призначені для обслуговування екологічних проблем і координації природоохоронної діяльності та виявлення тих галузей і регіонів, у яких необхідно створити нові інформаційні служби. Одночасно був створений Консультативний комітет із питань їх координації.

Інформаційне забезпечення екологічних проблем у планетарному масштабі практично здійснюється з 1974 року завдяки появі Глобальної системи спостереження за навколишнім середовищем. До її складу входять Глобальна система моніторингу середовища, Міжнародний реєстр потенційно токсичних хімічних речовин, Міжнародна довідкова служба та багато інших служб.

Проте на національному рівні моніторинг навколишнього середовища з'явився набагато раніше. У нашій країні він діяв із 60-х років ХХ ст.

Економічний аналіз результатів витрат на моніторинг у Радянському Союзі показав, що чим менше місто, тим витрати на інформаційне забезпечення менші, а ефективність цих заходів має більш високий природоохоронний результат.

Щоб забезпечити достовірну оцінку і прогноз змін стану НС, системи моніторингу повинні вести спостереження за джерелами забруднення, за рівнем забруднення природного середовища та за наслідками впливу цього забруднення на довкілля.

Процедура прогнозу, з одного боку, має на увазі знання закономірностей змін стану природного середовища, наявність схеми та можливостей чисельного розрахунку цього стану. З іншого боку, спрямованість прогнозу значною мірою повинна визначати структуру і склад мережі спостереження (зворотний зв'язок). Дані про стан довкілля, одержані у результаті спостережень чи прогнозу, повинні оцінюватися залежно від того, у якій саме сфері людської діяльності вони одержані. Оцінка, з одного боку, повинна нести інформацію про збитки від негативного впливу забруднення, а з іншого – надавати інформацію для вибору оптимальних умов людської діяльності та визначення існуючих екологічних резервів. При такого роду оцінках розраховуються також можливі рівні допустимих екологічних навантажень на НС.

Інформаційна система моніторингу антропогенних змін є складовим елементом системи регулювання взаємодії людини з природою. Дані про існуючий стан природного середовища і тенденції його зміни є основною інформаційною базою для розроблення заходів охорони довкілля і повинні бути враховані при плануванні розвитку економіки. Результати оцінки існуючого і прогнозованого стану НС, у свою чергу, надають можливість уточнити вимоги до підсистеми спостережень. Крім спостереження за станом НС, також здійснюються спостереження за джерелами і факторами впливу (у тому числі за джерелами викидів забруднюючих речовин, випромінювань тощо), за станом елементів біосфери (у тому числі за відгуками живих організмів на цей вплив), за зміною їх структурних і функціональних показників і параметрів.

**Метою МонНС** є визначення стану і якості навколишнього середовища і екосистем Землі та прогнозування в них змін під впливом антропогенних факторів.

**Завдання моніторингу** обумовлені необхідністю забезпечення в рамках служби МонНС досягнення таких цілей:

– спостереження і реєстрація параметрів стану НС, їх оцінка і контроль достовірності даних вимірювання;

- виявлення каналів надходження поллютантів у НС та оцінювання їх потоків;
- вивчення негативних наслідків забруднення НС;
- вивчення причинно-наслідкових зв'язків між рівнем забруднення НС і його змінами, обумовленими цим рівнем;
- визначення критичних рівнів концентрації речовин, що можуть викликати порушення біологічних і біохімічних процесів;
- вивчення фізичних, хімічних, біологічних процесів, що визначають асиміляційну ємність, та оцінка асиміляційної ємності екосистем;
- моделювання екологічних процесів для удосконалення прогнозу екологічних ситуацій на локальному, регіональному і глобальному рівнях;
- забезпечення уніфікації методів спостереження, відбору проб, обробки даних, аналізу й оцінювання для одержання результатів, які можна зіставляти і порівнювати незалежно від місця і часу їх одержання;
- забезпечення користувачів інформацією, необхідною для прийняття природоохоронних рішень.

## **1.2 Місце моніторингу в системі охорони довкілля**

**Система моніторингу є відкритою інформаційною системою**, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів суспільства, збереження природних екосистем, відвернення кризових змін екологічного стану довкілля, запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Моніторинг є службою для збору і переробки насамперед первинних даних, що мають первинну інформативність при першому ознайомленні з ними (даних вимірювання, одержаних при спостереженні за допомогою технічних приладів), та вторинної інформації (показників, що мають інформативність для користувача при другому, третьому і т. д. вивченні),



одержаних шляхом обробки і переробки первинних даних.

Місце моніторингу в системі охорони довкілля в цілому визначається його функціональним призначенням. На рис.1 проілюстровано роль і місце МонНС у системі управління станом навколишнього середовища та показані комунікаційні шляхи енергетичних та інформаційних потоків. Отже, елемент біосфери з рівнем стану  $A_0$  під впливом зовнішніх факторів (В) змінює свій стан ( $A_0 \rightarrow A_1$ ). Система моніторингу (М) дає «фотографію» цього зміненого (а за можливості також і первісного) стану, розробляє узагальнені дані, проводить аналіз і здійснює оцінку його фактичного і прогнозованого станів. Ця інформація передається в блок управління (У), тобто органи прийняття природоохоронних рішень. На її підставі і залежно від рівня науково-технічних розробок й економічних можливостей та з урахуванням еколого-економічних критеріїв безпеки приймаються рішення щодо заходів для обмеження чи припинення дії антропогенних факторів впливу або з профілактичного зміцнення чи подальшого поліпшення піддослідного елемента НС. Можлива комбінація перелічених підходів. При цьому одночасно удосконалюється і сама система моніторингу (ці дії показані на схемі стрілками).

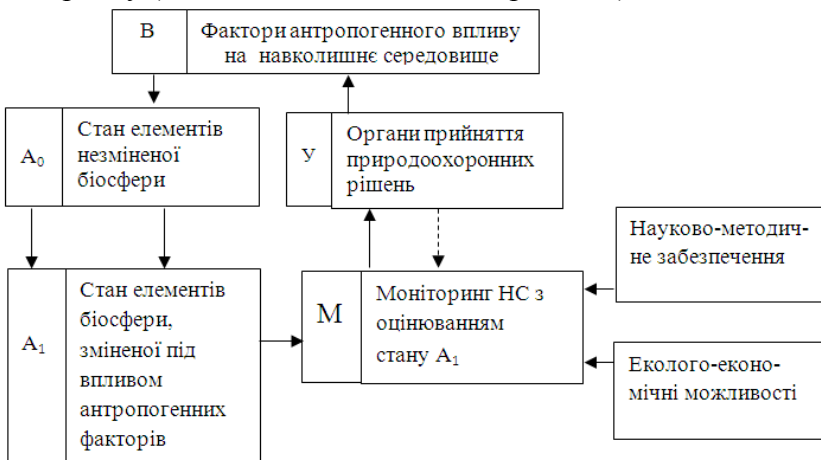


Рисунок 1 – Місце моніторингу в системі регулювання рівня антропогенного впливу на навколишнє середовище

Типова організаційна структура служб моніторингу, які забезпечують виконання його основних обов'язків, складається з основних і допоміжних. Основні служби виконують основні функціональні обов'язки: спостереження, контроль, оцінка та аналіз стану досліджуваного об'єкта. Допоміжні служби представлені відділами матеріального, фінансового, технічного, інформаційного, методичного, нормативного, правового забезпечення тощо.

Типова функціональна схема моніторингу звичайно складається з таких служб: служба спостереження і збору первинних даних та контролю їх достовірності і первинної обробки, служба контролю рівня забруднення, аналізу і оцінки стану середовища, служба моделювання і прогнозу стану середовища, можливих його змін та розроблення рекомендацій, служба підготовки інформації для користувачів. Організація інформаційних потоків між цими підрозділами показана на рис. 2.

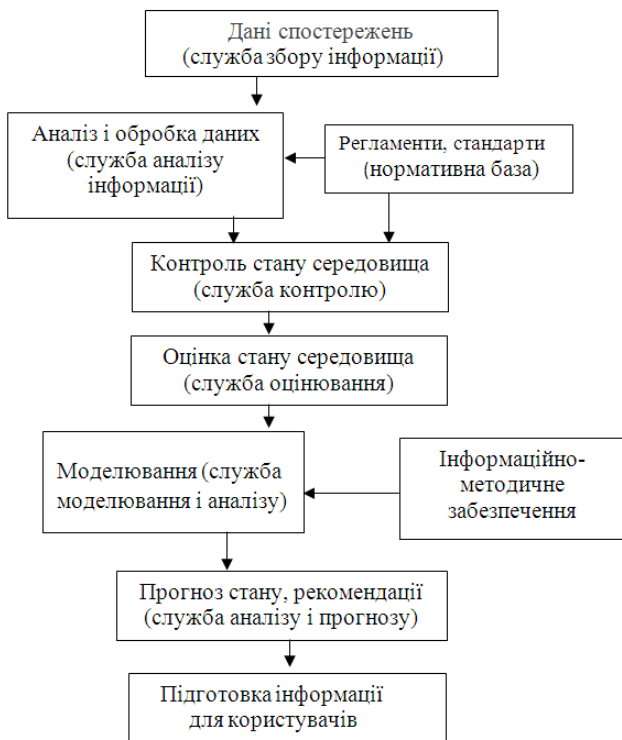


Рисунок 2 – Типова функціональна схема моніторингу

Спостереження у межах системи моніторингу за дією основних антропогенних факторів і процесів, які вони зумовлюють, групують за такими напрямками:

– спостереження за локальними джерелами забруднення і забруднюючими факторами. Вони здійснюються на територіях окремих об’єктів (підприємств, населених пунктів, ділянок ландшафтів тощо) у формі контролювання кількісного й якісного складу викидів і скидів забруднюючих речовин;

– спостереження за станом навколишнього природного середовища. Вони зосереджені на відслідковуванні геофізичних (вулкани, землетруси, ерозії, цунамі), фізико-географічних (розподіл суші і води, рельєф, природні ресурси, народонаселення, урбанізація), геохімічних (кругообіг речовин,

хімічні, шумові забруднення атмосфери), хімічних (хімічний склад атмосферних домішок природного й антропогенного походження, опади, поверхневі і підземні води, ґрунт, рослини, основні шляхи поширення забруднювачів) явищ і процесів;

– спостереження за станом біотичної складової біосфери. В їх процесі відслідковують реакції біоти на різні фактори, тобто реакції окремих організмів, популяцій, або угруповань, а також спостерігають за функціональними і структурними біологічними ознаками (приростом біомаси за годину часу, швидкістю поглинання різних речовин рослинами чи тваринами, чисельністю видів рослин і тварин, загальною біомасою);

– спостереження за реакцією великих систем (клімату, Світового океану, біосфери). При цьому моніторингу потребують фізичні, хімічні і біологічні показники.

### **1.3 Рівні та види моніторингу навколишнього середовища**

Розрізняють три **функціональні рівні моніторингу НС**, а саме: санітарно-токсичний, екологічний і біосферний.

**Санітарно-токсичний моніторинг** є службою спостережень за станом якості НС, за ступенем забруднення природних ресурсів, за впливом цього процесу на людину, тваринний і рослинний світ, а також визначення наявності шумів, алергенів, пилу, патогенних мікроорганізмів, неприємних запахів, сажі та контроль за ступенем забруднення водних об'єктів різними органічними речовинами, нафтопродуктами, за вмістом в атмосфері окислів сірки й азоту, окису вуглецю, сполук важких металів тощо. Допомогу санітарно-токсичному моніторингу надають санітарно-епідеміологічна та ветеринарна служби, служба захисту рослин, гідробіологічний контроль.

**Екологічний моніторинг** – це визначення змін в екологічних системах (біогеоценозах), природних комплексах,

їх продуктивності та виявлення динаміки запасів корисних копалин, водних, земельних і рослинних ресурсів. Він не має єдиної системи облікових показників. Ступінь порушення природних комплексів, біогеоценозів, окремих складових компонентів біосфери визначають шляхом порівняння їх за рядом ознак і характеристик із непорушеними екосистемами, за динамікою змін, що піддаються обліку, і т. д. Найбільш важливим показником є біологічна продуктивність біогеоценозу на одиницю площі суші чи води за визначений проміжок часу. Про характер і міру порушення природних комплексів судять шляхом їх порівняння чи зіставлення з непорушеними заповідними територіями та стаціонарними дослідними ділянками, а також із поведінки тваринних популяцій (міграції, зміна харчових зв'язків).

**Біосферний моніторинг** визначає глобальні фонові зміни у природі (світові міграції птахів, ссавців, риб і комах, погоднокліматичні зміни на планеті). Його важливим елементом є біосферні заповідники. Він сприяє оволодінню людиною механізмами регулювання біосферою. Особливу частину біосферного моніторингу складають спостереження за забрудненням світового океану, спричиненого антропогенними факторами. Дані моніторингу про це дозволяють оцінювати не лише існуючий стан НС, але й втілювати заходи щодо контролю і запобігання несприятливим наслідкам антропогенного впливу.

Моніторинг включає службу спостереження, службу оцінювання, службу прогнозу. Структура моніторингу навколишнього середовища за природосферами включає підсистеми моніторингу атмосфери, гідросфери, літосфери, біосфери, космосфери, а за об'єктами – фоновий, кліматичний, льодовиковий, авіаційний, космічний моніторинги.

При класифікації **видів моніторингу** виділяють кілька груп: універсальні системи моніторингу, системи моніторингу основних складових біосфери і різних середовищ, моніторинги факторів (фізичних, біологічних, хімічних) і джерел впливу, факторів стану біосфери (атмосфери, океану, поверхні суші з

ріками, озерами та підземними водами), гостроти і масштабності екоситуацій, методів спостереження і контролю та моніторинги, для яких характерним є системний підхід в їх організації і роботі.

До класу універсальних можна віднести всі глобальні системи моніторингу та рівні (**глобальний, регіональний, локальний**), а також фоновий моніторинг і палеомоніторинг.

За станом біосфери спостерігають геофізичний, біологічний моніторинги. За окремими природними середовищами спостерігає служба моніторингу антропогенних змін в атмосфері, гідросфері, літосфері.

Особливу роль в системі екологічного моніторингу відіграє **біологічний моніторинг**, тобто контроль стану НПС за допомогою живих організмів. Головний метод біологічного моніторингу – **біоіндикація**.

Одержану в результаті спостережень інформацію аналізують з огляду на зміни середовища, а також на відповідні реакції біоти, що виникають внаслідок антропогенного впливу. Для цього важливо знати початковий (фоновий) стан середовища, тобто стан, який підтримувався до суттєвого втручання людини.

Ієрархічна структура моніторингу (підпорядкованість підсистеми більш низького рівня системі більш високого рівня) в планетарному масштабі має такий вигляд: глобальна система, міждержавна, державна, міжрегіональна, регіональна, галузева підсистеми (рис. 3). Ієрархічна структура моніторингу навколишнього середовища в Україні має таку функціональну підпорядкованість: загальнодержавна система, обласна служба, районна (міська для населених пунктів обласного підпорядкування).

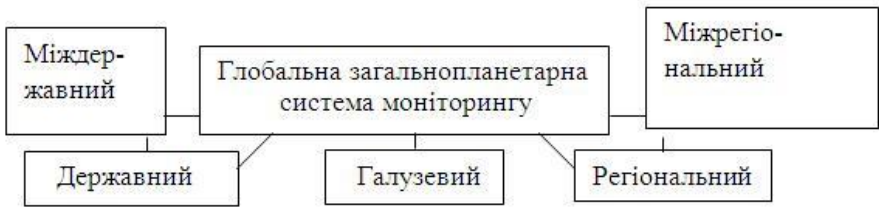


Рисунок 3 – Ієрархічна структура планетарної системи МонНС

## Висновки

Система моніторингу довкілля створена для збору інформації про стан довкілля під дією антропогенних факторів.

Глобальна система моніторингу навколишнього середовища створена в 1972 році. До її складу входять Глобальна система моніторингу середовища, Міжнародний реєстр потенційно токсичних хімічних речовин, Міжнародна довідкова служба та ін.

Мета моніторингу – визначення стану і якості навколишнього середовища і екосистем та прогнозування в них змін під впливом антропогенних факторів.

Завдання моніторингу обумовлені необхідністю спостереження і реєстрації параметрів стану НС, їх оцінювання; виявлення каналів надходження полутантів у НС та оцінці їх потоків; вивчення негативних наслідків забруднення НС; вивчення причинно-наслідкових зв'язків між рівнем забруднення НС і його змінами, обумовленими цим рівнем; забезпечення користувачів інформацією, необхідною для прийняття природоохоронних рішень.

Моніторинг є службою для збору і переробки даних про стан довкілля та джерела антропогенного впливу. Типова функціональна схема моніторингу звичайно складається з таких служб: служба спостереження і збору первинних даних та контролю їх достовірності і первинної обробки, служба контролю рівня забруднення, аналізу і оцінювання стану

середовища, служба моделювання і прогнозу стану середовища, можливих його змін та розроблення рекомендацій, служба підготовки інформації для користувачів.

Розрізняють три функціональні рівні моніторингу НС: санітарно-токсичний, екологічний і біосферний. Види моніторингу: універсальні системи моніторингу, системи моніторингу основних складових біосфери і різних середовищ, моніторинги факторів (фізичних, біологічних, хімічних) і джерел впливу, факторів стану біосфери (атмосфери, океану, поверхні суші з ріками, озерами та підземними водами), гостроти і масштабності екоситуацій, методів спостереження і контролю та моніторинги, для яких характерним є системний підхід в їх організації і роботі. До класу універсальних можна віднести всі глобальні системи моніторингу (**глобальний, регіональний, локальний** та його рівні), а також фоновий моніторинг і палеомоніторинг.

### Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттю «Моніторинг навколишнього середовища».
2. Система глобального моніторингу навколишнього середовища, актуальність створення, організація-засновник.
3. Цілі та завдання моніторингу навколишнього середовища.
4. Наведіть схему здійснення моніторингу навколишнього середовища.
5. Назвіть та охарактеризуйте функціональні рівні моніторингу навколишнього середовища.
6. Наведіть класифікацію видів моніторингу.



## **Тема 2 Організація комплексного моніторингу природного середовища**

*Зміст теми:*

2.1 Дослідження та контроль стану об'єктів навколишнього середовища.

2.2 Вибір полігонів і об'єктів екологічного моніторингу довкілля.

2.3 Види досліджень при виборі полігонів і об'єктів моніторингу.

2.4 Організація спостережень за станом довкілля.

2.5 Фактори навколишнього середовища, які підлягають моніторингу.

2.6 Програми та пріоритетність спостережень за станом НС.

*Ключові терміни:* екологічні дослідження, екологічний контроль, спостереження за станом навколишнього середовища, екологічне районування, програми, полігони спостережень.

### **2.1 Дослідження та контроль стану об'єктів навколишнього середовища**

**Комплексний моніторинг природного середовища** – це проведення фізичних, хімічних і біологічних спостережень та виміри різних параметрів компонентів екосистем в одному і тому ж районі території екологічного моніторингу. Він поділяється на ряд окремих підпрограм, які пов'язуються між собою за допомогою транзитних параметрів поглинання і переходу ЗР (за механізмом проходження потоків речовин через середовище) і адекватності реакцій біологічних об'єктів спостереження (біоіндикаторів).

Ефективність функціонування системи моніторингу як складової екологічної діяльності забезпечується, зокрема, завдяки екологічним дослідженням компонентів (об'єктів) навколишнього середовища та їх контролю.

У загальноприйнятому розумінні **екологічні дослідження** спрямовані на вивчення та встановлення закономірностей існування і перетворення середовища життєдіяльності людини під впливом багатьох зовнішніх і внутрішніх факторів. **Основними результатами** екологічних досліджень є визначення властивостей природних компонентів, їх взаємодії у складних процесах кругообігу речовин і впливу на живі організми антропогенних навантажень. **Екологічні дослідження обґрунтовують масштаби, програми і регламенти екологічного моніторингу.** Вони передують його здійсненню.

**Екологічний контроль** здійснюється переважно з метою перевірки попередньо установлених у результаті екологічних досліджень норм екологічного стану компонентів довкілля або як початковий етап рекогносцирувальних екологічних досліджень території, яка потребує вивчення.

Він базується на такій **послідовності виконання основних комплексів робіт:**

- районування території;
- організація мережі об'єктів спостережень;
- визначення пріоритетних показників;
- визначення раціональних технологій дослідницьких робіт (польових, лабораторних, інформаційно-аналітичних тощо);
- здійснення досліджень, які в загальному випадку можуть проводитися на будь-яких територіях одночасно (паралельно) та комплексно використовуватись (зіставлятись, узагальнюватись, картографуватись, інтерпретуватись тощо).

Дослідження, контроль, моніторинг повинні виконуватися на підставі єдиної методології для мінімізації витрат коштів і часу.

**Екологічний контроль** за своїм призначенням поділяється на первинний (рекогносцирувальний), поточний (інспекційний), позачерговий (екстрений).

**Первинний контроль** компонентів (об'єктів) навколишнього середовища (НС) необхідно проводити після

районування території і формування мережі пунктів (місць, постів, об'єктів) спостережень. Результати первинного контролю дозволяють дати первісну оцінку екологічної обстановки в зоні спостережень, а саме: виявити пріоритетні для даної території забруднюючі речовини (ЗР), визначити бар'єри на шляхах міграції ЗР, оцінити рівень забруднення території.

Первинний контроль забрудненості НС проводиться в мінімальному об'ємі і лише на найбільш типових для даної території ландшафтах чи елементах якогось одного ландшафту, що відображає можливий вплив техногенних об'єктів, розташованих на цій території чи поряд з нею. Разом із цим за можливості спостерігаються контрольні елементи ландшафту, забруднення яких майже не залежить від техногенного оточення.

**Поточний контроль** забрудненості НС проводять три рази на рік: весною (після танення снігового покриву), літом (до початку масового цвітіння рослинності), восени (після в'янення рослинності або збору урожаю). Рослинність для хімічних аналізів збирається на початку і в кінці періоду вегетації.

**Позачерговий** (екстрений) контроль проводиться в разі виникнення надзвичайної ситуації будь – якого походження, що впливає на стан довкілля. Його проводять в два етапи. Програма першого етапу визначається метеорологічними умовами і спрямована на якнайшвидше оцінювання ступеня екологічної небезпеки для населення. На другому етапі уточнюється рівень забруднення атмосфери, води, ґрунту, рослинності, а також розміри зони забруднення.

Дані екологічного контролю об'єктів довкілля наводяться переважно в масштабі 1:5000-1:500.

Методика екологічного контролю повинна бути максимально наближена до рекомендацій Міжнародної програми співробітництва з комплексного моніторингу довкілля.

## **2.2 Вибір полігонів і об'єктів екологічного моніторингу довкілля**

Обґрунтування мережі спостережень є одним із найбільш складних процесів при проектуванні екологічних досліджень, оскільки воно повинно певною мірою висвітлювати особливості і закономірності дослідної території.

Пріоритетні фактори, які необхідно враховувати при організації мережі спостережень:

- 1) інформація про існуючі та перспективні джерела забруднення;
- 2) характеристика шкідливих речовин, які надходять в навколишнє середовище;
- 3) гідрометеорологічні дані;
- 4) результати попередніх досліджень за забрудненням НС;
- 5) дані про рівні забруднення природного середовища у суміжних районах (країнах);
- 6) дані про трансграничне перенесення шкідливих речовин.

**Основне завдання створення раціональної мережі спостережень для моніторингу НС полягає в екологічному районуванні території.** Воно дозволяє виявити і оцінити фактори, що впливають на первісне поширення ЗР і подальшу їх міграцію і накопичення. Це необхідно для обґрунтування вибору об'єктів спостережень на площі полігону з урахуванням мінімізації обсягів вимірів/реєстрації і забезпечення достовірності і точності даних по всій території зони спостережень.

Зазначимо, що екологічне районування довкілля здійснюється на підставі попереднього вивчення природно-техногенних умов території на основі існуючих аналітичних і картографічних матеріалів та проведення польових рекогносцирувальних робіт.

Базовими масштабами проведення екологічних досліджень (за аналогією з геологічним вивченням території) є такі:

- на державному рівні масштаби 1:1000 000 і 1:500 000;
- на регіональному рівні масштаби 1: 500 000 і 1:200 000;
- на обласному рівні масштаби 1: 200 000 і 1:100 000;
- на районному рівні масштаби 1: 50 000 і 1:25 000;
- на рівні полігону масштаби 1: 10 000 і 1:5 000;
- на рівні об'єкта масштаби 1: 2000 і 1:500.

На картах наноситься сітка розміром 1x1 см. У вузлах сітки проводиться попередній контроль на пересувних постах і за результатами відповідно до масштабу екологічного моніторингу створюється мережа станцій (пунктів, об'єктів) спостережень.

Застосування будь-якого масштабу екологічних досліджень і картографування довілля ґрунтується на єдиному принципі: один см<sup>2</sup> карти повинен відповідати щонайменше одному рівню або об'єкту спостережень, від якого інструментальними або розрахунковими методами можна одержати необхідну екологічну інформацію і використовувати її на різних рівнях узагальнення чи деталізації.

Оскільки територію країни охопити рівномірною мережею спостережень практично дуже важко, то звичайним принципом побудови такої системи є використання ієрархії таксономічних одиниць (таксонів), на які розподіляється вся територія і проводиться вибір репрезентативних екологічних полігонів і об'єктів/місць спостережень.

**Залежно від антропогенного впливу умовно можна виділити три категорії територій:**

– величина антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище перевищує допустимі рівні. Процес деградації природного середовища має незворотний характер і більшість територіальних екосистем переходить у ранг повністю зруйнованих. Забруднення атмосфери, гідросфери, літосфери і рослинності досягає критичного рівня. Для відродження

нормального екологічного стану необхідні якісно нові соціально-економічні підходи і значні капіталовкладення;

– величина техногенного навантаження на навколишнє природне середовище зростає до критичних значень, але не перевищує критичного рівня. Навколишнє середовище є дискомфортним для життєдіяльності. Розвиток екологічної ситуації на цій території може бути двозначним. За відсутності контролю і регулювання можливий перехід до екологічної деградації. Проте за наявності ефективної системи контролю і управління цілком можлива нормалізація рівня антропогенного навантаження при збереженні значущості промислово-сільськогосподарського комплексу території;

– величина техногенного навантаження на навколишнє природне середовище змінюється в допустимих межах, що обумовлене не лише сприятливими антропогенними факторами, але й існуючою системою контролю і управління екологічною ситуацією на цій території.

У значній мірі сама природа і система життєдіяльності суспільства визначила таксономії різних розмірів і екологічної значущості: ландшафти, заповідники, водозбірні басейни, в т. ч. підземних вод, екзогенні утворення, міські агломерації, агропромислові комплекси тощо.

Так, територію України, виходячи із досвіду географічних і геологічних досліджень, доцільно характеризувати в масштабі 1:1000000. При цьому державний рівень моніторингу докільля буде забезпечуватись опорною мережею спостережень, в якій об'єкти спостережень (екологічні полігони) розташовані в середньому на відстані 10 км, а один полігон характеризуватиме 100 кв. км території.

Міжрегіональний рівень екологічного моніторингу докільля повинен мати масштаб 1:500000 і охоплювати економічні й природні регіони (наприклад, Донбас, Придніпров'я, Карпати, Західне і Східне Полісся, Причорномор'я, Крим тощо).

Регіональний рівень екомоніторингу повинен охоплювати ландшафтні райони в межах кордонів кожної адміністративної області і здійснюватися в масштабі 1: 200 000. Він вимагає проведення спостережень НС не більше ніж через 2 км (один екологічний полігон повинен характеризувати стан НС на площі 5 км<sup>2</sup>). Додатковим масштабом регіональних досліджень може бути 1:100000. Це в чотири рази підвищує щільність мережі полігонів.

Локальні (зональні) системи екологічного моніторингу організуються на рівні окремих ділянок ландшафтів, у межах адміністративних районів (масштаби 1:100000 і 1:50000, при яких спостереження ведуться через 100 і 50 м), виробничо-міських агломерацій і великих міст (масштаб 1:50000, коли спостереження ведуться через 50 м). Додатковий масштаб 1:25000 може бути застосований для досліджень зони з високим техногенним навантаженням.

Об'єктовий рівень екологічного моніторингу здійснюється на окремих опорних (пробних) ділянках (об'єктах) екологічних полігонів (масштаби 1:500 – 1:1000, спостереження здійснюють через 5–10 м).

Різномасштабні (рівневі) елементи екомоніторингу (полігони, опорні ділянки, об'єкти) повинні бути позиційно сумісні і утворювати єдину мережу спостережень, яка здатна надати повну інформацію про екологічний стан тієї чи іншої території, який характеризується властивостями компонентів довкілля.

Компонентами навколишнього природного середовища (НПС) є атмосфера, земельні, водні і рослинні ресурси, тваринний світ і населення, кліматичні умови і об'єкти життєдіяльності. Вони утворюють відповідні предметні області інформаційної моделі довкілля. Кожний із цих компонентів повинен мати представничу інформаційну характеристику в просторі і в часі, починаючи з визначення природно-історичних тенденцій їх змін (наприклад, за допомогою аналізу поетапних палеогеографічних карт, які відображують, в якому темпі і

напрямку відбувається еволюція природного середовища (ПС) як під впливом природних змін, так і від антропогенного навантаження).

До підготовчого етапу ЕМД належить вибір представничих полігонів, встановлення їх просторових кордонів, розташування об'єктів, визначення пріоритетних забруднювачів компонентів природного середовища. Це значною мірою залежить від розташування на території техногенних об'єктів, наприклад, промислових і гірничодобувних підприємств, енергетичних комплексів, житлово-промислових агломерацій, транспортних магістралей, сільгоспугідь з інтенсивним агровиробництвом.

Таким чином, **вибір екологічних полігонів обумовлюється:**

- достатньою екологічною вивченістю стану ґрунтів, рослинності, води, атмосфери, ландшафтно-геохімічних умов території (наявності ділянок стійкого аномально високого техногенного забруднення, ділянок із фоновими рівнями вмісту ЗР і їх картографічним відображенням у масштабі 1:200000, який береться як базовий);

- наявністю в межах полігону надійних індикаційних біооб'єктів;

- можливістю комплексного використання полігону для різних масштабів екологічних досліджень, контрольних відвідувань (інспекцій) і екомоніторингу.

Вибір представничих екополігонів і об'єктів спостережень є однією з найбільш відповідальних робіт у створенні і ефективному функціонуванні державної, регіональних і локальних систем екомоніторингу довкілля. Кожна з них ґрунтується на певному просторовому масштабі визначення/вивчення екологічного стану відповідних територій.

Просторове розташування полігонів і окремих об'єктів спостережень на полігонах необхідно здійснювати, максимально наближаючись до створення регулярної мережі об'єктів спостережень. Її густота визначається необхідною детальністю спостережень і просторовим представництвом одержаних даних.



Регулярна мережа забезпечує зіставленість і агрегацію результатів різномасштабних комплексів спостережень і досліджень, сувору просторову (топографічну) прив'язку об'єктів і даних спостережень, їх картографічне відображення і інтерпретацію результатів досліджень, а також полегшує комп'ютерне оброблення даних для побудови різних картографічних матеріалів і моделювання екологічних ситуацій, виконання балансових і прогнозних оцінок тощо.

### **2.3 Види досліджень при виборі полігонів і об'єктів моніторингу**

**Дистанційні (аерокосмічні)** дослідження дозволяють одержувати інформацію про стан окремих компонентів природного середовища і його змін під впливом техногенезу, активності прояву екзогенних геологічних процесів тощо. За допомогою одержаних дистанційним зондуванням спектральних характеристик рослинного покриву, ґрунтів і водоймищ можна вирішувати такі задачі:

- оцінки біомаси і вологовмісту рослин, впливу на них метеоумов, агрохімікатів і важких металів;
- ідентифікації мінерального складу ґрунтів і гірських порід, у тому числі мінеральних включень агрохімікатів;
- оцінки вмісту завислих речовин і нафтопродуктів у воді водойм.

**Ландшафтно-індикаційні** (рекогносцирувальні) дослідження виконуються з метою виявлення характерних зовнішніх (наочних) особливостей місцевості (інженерно-геологічних, гідрогеологічних, геоморфологічних, агромеліоративних та інших). Це дає можливість більш цілеспрямовано проводити екологічні роботи, раціонально розміщувати мережу постів спостережень з урахуванням тенденцій змін забруднення НС.

**Геохімічні дослідження** ландшафтів включають в себе роботи з вивчення геохімічних характеристик різних

компонентів природного середовища. Це дозволяє виконувати балансові розрахунки і, таким чином, оцінювати кількісні характеристики міграції забруднюючих речовин.

У найбільш повному вигляді геохімічні дослідження ландшафтів включають у себе комплекс робіт із вивчення:

- геохімії ґрунтів і порід зони аерації;
- гідрогеохімії підземних вод;
- геохімії донних осаджень водостоків і водойм;
- біогеохімії представницьких рослинних спільнот;
- гідрохімії атмосферних опадів і поверхневих вод.

Масштаб геохімічних досліджень ландшафтів визначається рівнем попередньої вивченості території. Мережа геохімічного випробовування ґрунтів вибирається пропорційно масштабу з розрахунку одна точка спостереження на 1 см<sup>2</sup> карти.

Кінцевим етапом геохімічних досліджень є районування (типізація) геохімічних ландшафтів. В його основу покладено територіальні відмінності сучасних умов накопичення, міграції, а за можливості і перенесення природних і техногенних органічних і неорганічних речовин.

**Радіоекологічні дослідження** базуються на відборі проб повітря, ґрунту, води і біоти, їх попередньої обробки і лабораторного аналізу.

Оцінювання міграційних здатностей ЗР здійснюється за допомогою коефіцієнтів поглинання (накопичення) ЗР у природному середовищі чи біооб'єктах і коефіцієнтів переміщення ЗР між суміжними середовищами або середовищем і біооб'єктом.

**Біогеохімічні дослідження** проводяться шляхом вивчення складу рослинності. Насамперед вивчають її мікрокомпонентний склад. При вивченні впливу на навколишнє середовище якогось специфічного типу забруднення доцільне вивчення біоти саме за цим показником.

При вивченні мікрокомпонентів у рослинах корисно використовувати матеріали аерофотознімків у видимому та

ближньому ГЧ-діапазоні. Це дозволяє виділити зони, де хлорофіл рослин збагачений цими компонентами.

Біогеохімічному дослідженню підлягають молоді рослини чи паростки 3–5-річного віку, бажано одного виду, характерного і поширеного в межах полігону. Апробуються також трав'яна рослинність, лишайники, мохи, опале листя після сніготанення. В зоні сільгоспугідь апробуванню підлягають рослини і продукція сільгоспвиробництва.

Маса проби в сирому вигляді залежить від застосованих методів вивчення і коливається від 100 гр до 5 кг.

**Грунтово-газові дослідження** використовуються для вивчення активних зон тектонічних порушень, для вивчення техногенних забруднень вуглеводами підземних вод чи порід у випадках, коли забруднення не проявляється на поверхні, а також для вивчення летких ЗР.

**Гідрогеологічні дослідження** спрямовані на вивчення гідрохімічних, гідродинамічних і гідрофізичних особливостей стану підземних вод за допомогою природних джерел, криниць і гідрогеологічних свердловин. При цьому встановлюються зміни гідрохімічних і гідродинамічних параметрів підземних вод у просторі й часі. Схема розміщення гідрогеологічних пунктів спостережень, обсяги і режими досліджень визначаються конкретною природно-техногенною обстановкою.

## 2.4 Організація спостережень за станом довкілля

**Процес спостереження** – це реєстрація даних про стан досліджуваного об'єкта з метою фіксування його окремих кількісних і якісних параметрів без втручання в проходження процесів.

**Об'єктами спостереження** можуть бути:

- окремі компоненти природного чи навколишнього середовища;
- навколишнє середовище населених пунктів;
- промислові майданчики та їх санітарно-захисні зони;

- транспортні артерії;
- зони особливого призначення (заповідники, охоронні території, рекреаційні території тощо).

Зонами першочергового спостереження є:

- контрольні (фонові) зони;
- активно забруднені території;
- територія населених пунктів.

Завдання спостереження визначаються його основними напрямками і зводяться до таких:

- спостереження за фактичним станом (забруднених та чистих контрольних зон);
- виявлення змін, обумовлених антропогенним впливом;
- визначення ступеня змін та оцінювання їх рівня;
- визначення тенденцій та прогноз змін стану середовища;
- виявлення основних шляхів міграції забруднюючих речовин;
- виявлення та визначення джерел викидів, які завдають найбільшого збитку навколишньому природному середовищу.

Форми спостереження визначаються типом природної сфери, специфікою об'єктів та особливістю завдання.

Розрізняють кілька рівнів **за масштабом** спостережень:

- глобальний рівень (об'єктом є явище, за яким здійснюють спостереження в глобальному масштабі);
- регіональний (об'єктом може бути забруднений чи екологічно несприятливий або чистий природний контрольний регіон);
- локальний рівень (об'єктом є забруднена та екологічно несприятлива або ж чиста (контрольна) локальна територія).

Спостереження в обов'язковому порядку проводяться в районах інтенсивного антропогенного навантаження (у містах, промислових і агропромислових центрах тощо) і в районах, віддалених від джерел забруднення (контрольних (фонових) районах). Рішення про організацію системи контролю забруднення в зоні антропогенного впливу обґрунтовується на

базі інформації попередніх експериментальних і теоретичних досліджень із використанням методів моделювання та прогнозу. Такий підхід дозволяє оцінити ступінь забруднення довкілля тією чи іншою домішкою в зоні, де є джерела викидів шкідливих речовин.

Спостереження в районах, значно віддалених від джерел викидів, тобто фонових контрольних зонах, дозволяють виявити особливості відгуку біоти на вплив природних фонових концентрацій ЗР. Як правило, фонові спостереження за спеціальною програмою фонових екологічного моніторингу проводяться в біосферних заповідниках і на заповідних територіях. У біосферних заповідниках здійснюються оцінка і прогнозування забруднення атмосферного повітря шляхом аналізу вмісту в ньому зважених частин, свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті, бенз(а)пірену, сульфатів, діоксиду сірки, оксиду азоту, діоксиду вуглецю, озону, ДДТ та інших хлорорганічних сполук.

Програма фонових екологічного моніторингу включає також визначення фонових рівнів ЗР антропогенного походження в усіх середовищах, включаючи біоту. Крім виміру параметрів забруднення на фонових станціях, виконують також метеорологічні виміри.

Мережа фонових станцій, розташованих на території нашої країни, включена в Глобальну систему моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС), що функціонує відповідно до програми ООН із проблем навколишнього середовища (ЮНЕП) під егідою ЮНЕСКО. Інформація, одержана з фонових станцій, дозволяє оцінювати стан і тенденції глобальних змін забруднення атмосфери. Фонові спостереження проводяться також за допомогою науково-дослідних кораблів на морях і океанах.

При спостереженні за фоновими зонами забруднення НС розробляються моделі переносу домішок і визначається роль у процесах переносу гідрометеорологічних і техногенних факторів. На станціях фонових моніторингу досліджуються та

уточнюються: критерії створення мережі спостережень, перелік контрольованих домішок, методики контролю й обробки даних вимірів, способи обміну інформацією і приладами, методи міжнародного співробітництва тощо.

Станції комплексного фоновому моніторингу (СКФМ) розташовані в біосферних заповідниках і є частиною глобальної мережі спостережень. Місце розташування СКФМ повинне бути репрезентативним для даного регіону. Оцінювання місця розташування починають із аналізу кліматичних, топографічних, геологічних та ін. умов. Потім необхідно врахувати наявні на даній території джерела забруднення. Якщо кількість внутрішньо регіональних джерел незначна і вони розосереджені, вважають, що вони не чинять особливого впливу на рівень ШР у природних об'єктах регіону. При наявності великих локальних джерел (промислових міст із населенням більше 500 тис) відстань до полігону спостережень повинна складати не менше 100 км з підвітряного боку. На території навколо станції у радіусі 40–400 км не повинен змінюватися характер господарської діяльності. Якщо зазначену вимогу виконати неможливо, то СКФМ розташовують таким чином, щоб повторюваність повітряного потоку, що обумовлює перенос ШР не перевищувала 20–30 %. Потрібно також враховувати доступність, забезпечення електроенергією, житлово-побутовими умовами для персоналу.

Національна мережа станцій комплексного фоновому моніторингу входить у міжнародну мережу.

СКФМ включає в себе полігон спостережень та хімічну лабораторію. Полігон включає в себе пробовідбірні майданчики, гідропости, спостережні свердловини. У хімічній лабораторії проводиться обробка і аналіз тієї частини проб, що не підлягає пересиланню в регіональну територію.

Розміщення на контрольованій території постів (об'єктів) спостереження стану компонентів природного середовища (атмосферного повітря і опадів, підповерхневих, ґрунтових і поверхневих вод, ґрунту і рослинності), застосування методів,

способів і прийомів інструментальних визначень, пробопідготовки і лабораторного аналізу повинні відповідати сучасній методології комплексного моніторингу довкілля.

## **2.5 Фактори навколишнього середовища, що підлягають моніторингу**

До факторів НС, що підлягають моніторингу, належать перш за все такі:

1. **Кліматичні фактори** значною мірою впливають на зміни в екосистемі і визначають появу осаджень у даному регіоні. Метеорологічні спостереження здійснюються для вимірювання і оцінювання сукупності чинників, які характеризують перебіг звичайних і незвичайних природних (кліматичних) явищ і відповідних реакцій екосистеми.

Контрольованими параметрами є такі:

- температура повітря (на висоті 1,5 м, в градусах Цельсія з точністю до однієї десяткової цифри);
- температура поверхні землі (в градусах Цельсія з точністю до однієї десяткової цифри);
- температура ґрунту (на глибині 20 см, в градусах Цельсія з точністю до однієї десяткової цифри);
- відносна вологість повітря (у відсотках);
- інсоляція, ультрафіолетове випромінювання (Вт/м S<sub>02</sub>).

2. Вимірювання **концентрації шкідливих газів і аерозолей в атмосферному повітрі** дають змогу оцінити її забруднення та виконати розрахунок об'єму сухого (масового) випадання ЗР на поверхню землі досліджуваного полігону. Вимірювання вмісту домішок у повітрі найкраще здійснювати на станціях безперервної реєстрації концентрації ЗР або за допомогою лабораторного аналізу проб повітря.

3. **Атмосферні опади** обумовлюють надходження ЗР в екосистему і можуть бути розподілені на сухі та вологі осадження. Сухі осадження неможливо виміряти безпосередньо. Їх величина може бути розрахована, виходячи з концентрації в

приземному шарі атмосфери газоподібних і часткоподібних забруднювачів і швидкостей осадження. Вологі осадження можуть бути виміряні лабораторним аналізом проб опадів.

Місця для збирання атмосферних осаджень закладаються на галявині. Це забезпечує вільне надходження дощу або снігу в колектори. Колектори розміщуються на висоті 1,2 м над землею. Для аналізу вмісту важких металів в атмосферних опадах спеціально вибирають окремі проби вологих осаджень.

Підповерхневі води (**води зони аерації**) потребують особливого контролю. Просочування кислих вод через ґрунт розчиняє мінерали і викликає вивітрювання.

4. **Ґрунтові води** є одним із вихідних середовищ для перенесення елементів в екосистемі, яке значною мірою залежить від особливостей гідрологічного району. Пробовідбір може здійснюватися в місцях виходу ґрунтових вод на поверхню в джерелах, криницях, шурфах, трубах чи бурових свердловинах.

Відбір проб здійснюють на ділянках стоку ґрунтових вод у місці водозбору, де є природні джерела чи місця просочування ґрунтових вод на поверхню.

5. **Поверхневі води, поверхневий стік** є основним джерелом виходу розчинених речовин із місця водозбору. Величину втрат елементів можна розрахувати на основі вимірювання вмісту ЗР в поверхневих водах у місцях стоку й аналізу їх концентрації у водотоку чи водоймі.

Система станцій спостереження у кожному конкретному випадку залежить від типу досліджуваного об'єкта. Виділяють такі системи станцій моніторингу:

- система станцій спостереження за контрольними зонами;
- система станцій спостереження за забрудненими зонами;
- система станцій спостереження за територією та навколишнім середовищем населених пунктів.

Кожна із цих систем має, як правило, кілька станцій. До того ж і кожна окрема станція спостереження також може мати декілька пунктів відбору проб, тобто мережу цих пунктів.



Кількість і місце розташування цих пунктів у кожному конкретному випадку залежить від певних умов і вимог, а перш за все від типу і специфіки самого об'єкта, завдання і програми спостереження, форми і методів його здійснення.

## **2.6 Програми та пріоритетність спостережень за станом НС**

Програми спостереження у кожному конкретному випадку залежать від типу і специфіки об'єкта та завдань спостережень. Виділяють такі види програм спостережень :

- безперервна, що здійснюється за допомогою автоматизованих приладів при 20-хвилинному відборі проб (практично – через 20 хв.);
- повна, що виконується в 1, 7, 13, 19 год місцевого часу;
- неповна (7, 13, 19 год);
- скорочена (7 і 13 год).

Крім того, залежно від умов пріоритетності і вимог до результатів спостережень, вибирається тип програми вимірювань за пріоритетністю: імпактна програма (ІП), регіональна (РП), базова глобальна (ГП).

Важливою вимогою до системи моніторингу є його здатність до спостереження явища так званого трансграничного перенесення глобальних потоків ЗР, що поширюються на великі відстані від місця викиду, тобто на відстані, що набагато перевищують розрахункові граничні межі дальності поширення домішок у нормальних природних кліматичних умовах.

З метою порівняння результатів спостережень, одержаних у різних географічних і часових умовах, запроваджуються єдині уніфіковані методи відбору й аналізу проб, обробки та передачі інформації. Інформація, одержувана мережею спостережень, за ступенем терміновості поділяється на три категорії: екстрена, оперативна і режимна.

Екстрена інформація містить відомості про різкі зміни забруднення і передається користувачам у відповідні

контролюючі та господарські організації негайно.

Оперативна інформація містить узагальнені показники спостережень за один місяць, а режимна – за рік. Ця інформація передається зацікавленим і контролюючим організаціям у терміни її накопичення, тобто щомісяця та щорічно.

Режимна інформація, що містить дані про середній і найбільший рівні забруднення за тривалий період, використовується при плануванні природоохоронних заходів, встановленні нормативів викидів, оцінках збитку, завданого народному господарству забрудненням довкілля тощо.

Пріоритетність спостережень залежить від типу і специфіки об'єкта та завдання і програми спостережень. Завжди визначається пріоритетний список речовин, що підлягають обов'язковому контролю. Списки складені для кожного окремого компонента середовища. Вони затверджені Міжнародною програмою ООН з охорони навколишнього середовища і підлягають обов'язковому виконанню. При цьому всі ЗР розбиті на вісім класів. Найвищу пріоритетність має перший клас, а найнижчу – восьмий.

До першого класу пріоритетності вимірювання ЗР належать діоксид сірки та зважені частинки у повітрі (пріоритетні програми вимірювання локальна (ЛП), регіональна (РП), глобальна (ГП) та радіонукліди в продуктах харчування (програми локальна, регіональна).

До другого класу пріоритетності належать вимірювання озону у стратосфері (ЛП, ГП), кадмію і його сполук у воді, продуктах та організмі людини (ЛП), а також ДДТ та інші хлорорганічні сполуки у біоті і організмі людини (ЛП).

До третього класу віднесені нітрати і нітрити, що містяться у питній воді та їжі (ЛП).

Четвертий клас представлений оксидами азоту у повітрі (ЛП), свинцем у повітрі і продуктах (ЛП), ртуттю та її сполуками у воді та їжі (ЛП, РП).

П'ятий клас – діоксид вуглецю у повітрі (ГП), оксид вуглецю у повітрі (ЛП), вуглеводні нафти (РП, ГП).

Шостий – флуориди у воді (Ш).

Сьомий – азбест у повітрі (Ш) та миш'як у питній воді (Ш).

До восьмого класу належать мікротоксини у продуктах харчування (Ш, РШ) і мікробіологічне зараження їжі (Ш, РШ).

## **Висновки**

Ефективність функціонування системи моніторингу як складової екологічної діяльності забезпечується, зокрема, завдяки екологічним дослідженням компонентів (об'єктів) навколишнього середовища та їх контролю.

Екологічний контроль здійснюється переважно з метою перевірки попередньо установлених у результаті екологічних досліджень норм екологічного стану компонентів довкілля або як початковий етап рекогносцирувальних екологічних досліджень території, яка потребує вивчення.

Екологічний контроль за своїм призначенням поділяється на первинний (рекогносцирувальний), поточний (інспекційний), позачерговий (екстрений).

Основне завдання створення раціональної мережі спостережень для моніторингу НС полягає в екологічному районуванні території, яке здійснюється на підставі попереднього вивчення природно-техногенних умов території на основі існуючих аналітичних і картографічних матеріалів та проведення польових рекогносцирувальних робіт.

Вибір екологічних полігонів обумовлюється: достатньою екологічною вивченістю стану ґрунтів, рослинності, води, атмосфери, ландшафтно-геохімічних умов території; наявністю в межах полігону надійних індикаційних біооб'єктів; можливістю комплексного використання полігону для різних масштабів екологічних досліджень, контрольних відвідувань (інспекцій) і екомоніторингу.

Види досліджень при виборі полігонів і об'єктів моніторингу: дистанційні (аерокосмічні); ландшафтно-

індикаційні; геохімічні; радіоекологічні, біогеохімічні; ґрунтово-газові; гідрогеологічні дослідження. Процес спостереження – це реєстрація даних про стан досліджуваного об'єкта з метою фіксування його окремих кількісних та якісних параметрів без втручання в проходження процесів. Зонами першочергового спостереження є контрольні (фонові) зони; активно забруднені території; територія населених пунктів.

Рівні спостережень за масштабом: глобальний, регіональний, локальний.

Фактори НС, що підлягають моніторингу: кліматичні, концентрація шкідливих газів і аерозолей в атмосферному повітрі, атмосферні опади, води зони аерації, ґрунтові води, поверхневі води, поверхневий стік.

Тип програм вимірювань за пріоритетністю: імпактна, регіональна, глобальна.

Пріоритетність спостережень залежить від типу і специфіки об'єкта та завдання і програми спостережень. Завжди визначається пріоритетний список речовин, що підлягають обов'язковому контролю. Списки складені для кожного окремого компонента середовища.

### **Питання для самоперевірки**

1. Чим відрізняються екологічні дослідження від екологічного контролю?
2. Назвіть види екологічного контролю.
3. Як здійснюється екологічне районування?
4. Назвіть критерії вибору екологічних полігонів.
5. Назвіть зони першочергового спостереження при проведенні моніторингу.
6. Які види досліджень використовуються при виборі полігонів і об'єктів моніторингу?
7. Перелічіть фактори навколишнього середовища, які підлягають моніторингу.

8. Яким чином визначається пріоритетний список речовин, що підлягають обов'язковому контролю?

9. Наведіть класифікацію інформації, яку одержує мережа спостережень, за ступенем терміновості.

10. Перелічіть види програм спостережень за станом навколишнього середовища.

## **Тема 3 Організація моніторингу навколишнього природного середовища в Україні**

*Зміст теми:*

3.1 Законодавчі акти в галузі моніторингу навколишнього природного середовища.

3.2 Основні питання «Положення про державну систему моніторингу довкілля».

*Ключові терміни:* закон, положення, система моніторингу, об'єкт моніторингу, суб'єкт моніторингу, мета, завдання.

### **3.1 Законодавчі акти в галузі моніторингу навколишнього природного середовища**

Офіційно система моніторингу НПС в Україні створена в 1972 р. одночасно з загальнодержавною службою спостережень і контролю СРСР.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля (далі – ДСМД) та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на Мінприроди та інші центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля.

«Положення про державний моніторинг НПС» було затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. № 785. Нова версія «Положення про державну систему моніторингу довкілля» була затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391. У цей законодавчий акт було внесено ряд змін, останні 07.08.2013.

Основні законодавчі акти, що регламентують моніторинг об'єктів довкілля:

- постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 № 343 «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 № 51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення»;
- Закон України «Про державну геологічну службу України».

З метою координації діяльності міністерств та відомств, визначення основних принципів державної політики з питань розвитку системи моніторингу навколишнього середовища, забезпечення її функціонування на основі єдиного нормативно-методологічного забезпечення постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2001 № 1551 утворено Міжвідомчу комісію з питань моніторингу довкілля. Мінприроди здійснюється організаційно-технічне забезпечення роботи комісії та її профільних секцій.

Існуюча система моніторингу довкілля базується на виконанні розподілених функцій її суб'єктами і складається з підпорядкованих їм підсистем. Кожна підсистема на рівні окремих суб'єктів системи моніторингу має свою структурно-організаційну, науково-методичну та технічну бази.

Функціонування ДСМД здійснюється на трьох рівнях, що розподіляються за територіальним принципом:

- загальнодержавний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах усієї країни;
- регіональний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання в масштабах територіального регіону;

– локальний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах окремих територій із підвищеним антропогенним навантаженням.

### **3.2 Основні питання «Положення про державну систему моніторингу довкілля»**

Розглянемо основні питання «Положення про державну систему моніторингу довкілля».

#### **Загальні питання Положення.**

1. Державна система моніторингу довкілля – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. Це Положення визначає порядок створення та функціонування такої системи в Україні. Система моніторингу є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн.

2. Система моніторингу – це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

3. Створення і функціонування системи моніторингу з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території, ґрунтується на принципах:

- узгодженості нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення, сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення її складових частин;
- систематичності спостережень за станом довкілля та техногенними об'єктами, що впливають на нього;



– своєчасності одержання, комплексності оброблення та використання екологічної інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу;

– об'єктивності первинної, аналітичної і прогнозної екологічної інформації та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, зацікавлених міжнародних установ та світового співтовариства.

4. Моніторинг докiлля здiйснюється Мiнагрополiтики, Мiнприроди, ДАЗВ (держадмiнiстрацiями зони вiдчуження), Держгеонадрами, Мiнрегіоном, ДКА (державне космiчне агентство), а також ДСНС (державна служба надзвичайних ситуацiй), Держсанепiдслужбою, Держлісагентством, Держводагентством, Держземагентством та їх територіальними органами, підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління, обласними, Київською та Севастопольською мiськими держадмiнiстрацiями, а також органом виконавчої влади Автономної Республiки Крим iз питань охорони навколишнього природного середовища.

5. Фiнансування робiт iз створення i функцiонування системи моніторингу та її складових частин здiйснюється вiдповiдно до порядку фiнансування природоохоронних заходiв за рахунок коштів, передбачених у державному та мiсцевих бюджетах згiдно iз законодавством. Покриття певної частини витрат на створення i функцiонування складових частин i компонентiв системи моніторингу може здiйснюватися за рахунок iнновацiйних фондiв у межах коштів, передбачених на природоохоронні заходи, мiжнародних грантів та iнших джерел фiнансування.

#### **Мета i завдання системи моніторингу.**

6. Система моніторингу спрямована на: пiдвищення рiвня вивчення i знань про екологічний стан докiлля; пiдвищення оперативності та якості iнформацiйного обслуговування користувачiв на всiх рiвнях; пiдвищення якості обгрунтування

природоохоронних заходів та ефективності їх здійснення; сприяння розвитку міжнародного співробітництва у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки.

7. Основними завданнями суб'єктів системи моніторингу є:

- довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;
- аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін;
- інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;
- інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення екологічною інформацією населення країни і міжнародних організацій.

8. Моніторинг довкілля здійснюють:

**Мінприроди** – водних об'єктів у межах природоохоронних територій (фонова кількість ЗР, у тому числі радіонуклідів); ґрунтів на природоохоронних територіях (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); державного екологічного картування території України для оцінювання його стану та його змін під впливом господарської діяльності; наземних і морських екосистем (фонова кількість ЗР, у тому числі радіонуклідів); видів рослинного і тваринного світу, що перебувають під загрозою зникнення, та видів, що перебувають під особливою охороною.

**ДСНС** (на пунктах державної системи гідрометеорологічних спостережень) – атмосферного повітря та опадів (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів, транскордонне перенесення ЗР); снігового покриву; річкових, озерних (гідрохімічні та гідробіологічні показники, у тому числі радіонукліди) та морських вод (гідрохімічні показники); ґрунтів різного призначення (вміст залишкової кількості пестицидів та

важких металів); радіаційної обстановки (визначення експозиційної дози гамма-випромінювання); повеней, паводків, снігових лавин, селів.

**ДАЗВ** (у зоні відчуження і відселеній частині зони безумовного (обов'язкового) відселення) – атмосферного повітря (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); поверхневих і підземних вод (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); наземних і водних екосистем (біоіндикаторні визначення); ґрунтів і ландшафтів (вміст ЗР, радіонуклідів, просторове поширення); джерел викидів в атмосферу (вміст ЗР, обсяги викидів); джерел скидів стічних вод (вміст ЗР, обсяги скидів); об'єктів зберігання та/або захоронення радіоактивних відходів (вміст радіонуклідів, радіаційна обстановка).

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

**Мінагрополітики** – ґрунтів сільськогосподарського використання (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів); сільськогосподарських рослин і продуктів із них (токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів); сільськогосподарських тварин і продуктів з них (зоотехнічні, токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів); поверхневих вод сільськогосподарського призначення (токсикологічні та

радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів).

**Держлісагентство** – ґрунтів земель лісового фонду (радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів); лісової рослинності (стан, продуктивність, пошкодження біотичними та абіотичними чинниками, біорізноманіття, радіологічні визначення); мисливської фауни (видові, кількісні та просторові характеристики).

**Держводагентство** – поверхневих вод у місцях розташування основних водозаборів – джерел питного водопостачання та комплексного призначення, на транскордонних ділянках водотоків, визначених відповідно до міждержавних угод про співробітництво на транскордонних водних об'єктах, на водогосподарських системах міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання, у зонах впливу атомних електростанцій і у водних об'єктах на територіях, які піддалися радіоактивному забрудненню (гідрохімічні та радіологічні показники); зрошуваних та осушуваних земель (глибина залягання та мінералізація ґрунтових вод, ступінь засоленості та солонцюватості ґрунтів); підтоплення сільських, селищних населених пунктів, прибережних зон водосховищ (переформування берегів і підтоплення територій).

**Держземагентство** – ґрунтів і ландшафтів (вміст ЗР, прояви ерозійних та інших екзогенних процесів, просторове забруднення земель об'єктами промислового і сільськогосподарського виробництва); зрошуваних і осушених земель (вторинне підтоплення і засолення тощо); берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд (динаміка змін, ушкодження земельних ресурсів).

**Мінрегіон** – питної води централізованих систем водопостачання (вміст ЗР, обсяги споживання); стічних вод міської каналізаційної мережі та очисних споруд (вміст ЗР, обсяги надходження); зелених насаджень у містах і селищах

міського типу (ступінь пошкодження ентомошкідниками, фітозахворюваннями тощо); підтоплення міст і селищ міського типу (небезпечне підняття рівня ґрунтових вод).

**Держгеонадра** – підземних вод (ресурси, використання, рівень та хімічний склад); ендегенних та екзогенних процесів (видові і просторові характеристики, активність прояву); геофізичних полів (фонові та аномальні визначення); геохімічного стану ландшафтів (вміст і поширення природних і техногенних хімічних елементів і сполук).

**Орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань екології та природних ресурсів** (на території Автономної Республіки Крим) – джерел промислових викидів в атмосферу (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); поверхневих вод (гідрохімічні та гідробіологічні визначення, вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); джерел скидання стічних вод (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); водних об'єктів у межах природоохоронних територій (фонова кількість ЗР, у тому числі радіонуклідів); ґрунтів різного призначення, зокрема на природоохоронних територіях (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); геохімічного стану ландшафтів (вміст і поширення природних і техногенних хімічних елементів та сполук); радіаційної обстановки (у пунктах стаціонарної мережі); геофізичних полів (фонові та аномальні дослідження); стихійних і небезпечних природних явищ – ендегенних та екзогенних геологічних процесів (їх видові і просторові характеристики, активність прояву), повеней, паводків, снігових лавин, селів (у районах спостережних станцій); звалищ промислових і побутових відходів (склад відходів, вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів), а також проводять державне еколого-геологічне картування території Автономної Республіки Крим для оцінки стану геологічного середовища та його змін під впливом господарської діяльності; наземних екосистем (фонова кількість ЗР, у тому числі радіонуклідів);

**ДКА** – стану територій за даними дистанційного зондування Землі (відстеження теплових аномалій, паводкової

та повеневої обстановки, льодової обстановки); сейсмічної обстановки та інших геофізичних явищ на території України та всієї Земної кулі; радіаційної обстановки в пунктах дислокації підрозділів спеціального контролю; космічної обстановки в навколосезному просторі (визначення місця падіння космічних апаратів, ракетоносіїв та їх частин).

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

10. Підприємства, установи і організації незалежно від їх підпорядкування і форм власності, діяльність яких призводить чи 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 для її комплексного оброблення.

### **Організація і функціонування системи моніторингу.**

11. Система моніторингу ґрунтується на використанні існуючих організаційних структур суб'єктів моніторингу і функціонує на основі єдиного нормативного, організаційного, методологічного і метрологічного забезпечення, об'єднання складових частин та уніфікованих компонентів цієї системи.

12. Організаційна інтеграція суб'єктів системи моніторингу здійснюється Мінприроди, обласними, Київською та Севастопольською міськими держадміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим із питань охорони навколишнього природного середовища на основі загальнодержавної і регіональних (місцевих) програм моніторингу довкілля, що складаються з програм відповідних

рівнів, поданих суб'єктами системи моніторингу, укладених між усіма суб'єктами системи моніторингу угод про спільну діяльність під час здійснення моніторингу довкілля на відповідному рівні.

До складу виконавців зазначених програм суб'єкти системи моніторингу можуть залучати підприємства, установи і організації незалежно від їх підпорядкування і форм власності. Суб'єкти системи моніторингу – центральні органи виконавчої влади погоджують з Мінприроди розроблені ними проекти нормативно-правових актів та нормативних документів із питань проведення моніторингу довкілля.

Організаційна інтеграція суб'єктів системи моніторингу на території Автономної Республіки Крим здійснюється органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим із питань екології та природних ресурсів.

13. Методологічне забезпечення об'єднання складових частин і компонентів системи моніторингу здійснюється на основі: єдиної науково-методичної бази щодо вимірювання параметрів і визначення показників стану довкілля, біоти і джерел антропогенного впливу на них;

впровадження уніфікованих методів аналізу і прогнозування властивостей довкілля, комп'ютеризації процесів діяльності та інформаційної комунікації;

загальних правил створення і ведення розподілених баз та банків даних і знань, картування і картографування екологічної інформації, стандартних технологій із використанням географічних інформаційних систем.

Методологічне забезпечення об'єднання складових частин і компонентів системи моніторингу покладається на Мінприроди із залученням суб'єктів цієї системи, а також Національної академії наук, Національної академії аграрних наук, ДКА, Державної служби зв'язку та захисту інформації та інших.

14. Метрологічне забезпечення об'єднання складових частин і компонентів системи моніторингу здійснюється на

основі: єдиної науково-технічної політики щодо стандартизації, метрології та сертифікації обладнання засобів вимірювальної техніки; єдиної нормативно-методичної бази, що забезпечує достовірність і порівнянність вимірювань і результатів оброблення екологічної інформації в усіх складових частинах цієї системи.

15. Метрологічне забезпечення державної системи моніторингу довкілля, її складових частин і компонентів покладається на суб'єктів цієї системи.

16. Інфраструктура системи моніторингу, її складові частини, системоутворюючі та уніфіковані компоненти створюються на підставі відповідних технічних завдань і проектів, затверджених у встановленому порядку. Прийняті проектні рішення реалізуються в межах щорічних заходів загальнодержавної і регіональних (місцевих) програм екологічного моніторингу довкілля в межах природоохоронних заходів.

#### **Взаємовідносини суб'єктів системи моніторингу.**

17. Взаємовідносини суб'єктів системи моніторингу ґрунтуються на: взаємній інформаційній підтримці рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки; координації дій під час планування, організації та проведення спільних заходів з екологічного моніторингу довкілля, виникнення надзвичайних екологічних ситуацій та ліквідації їх наслідків; ефективному використанні наявних організаційних структур, засобів спостережень за об'єктами довкілля та комп'ютеризації процесів діяльності; сприянні найбільш ефективному вирішенню спільних завдань моніторингу довкілля та екологічної безпеки; відповідальності за повноту, своєчасність і достовірність переданої інформації; колективному використанні інформаційних ресурсів та комунікаційних засобів; безкоштовному інформаційному обміні.

18. Мінприроди разом із ДСНС їх органи та інші суб'єкти системи моніторингу встановлюють 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, які мають об'єктивну інформацію про виникнення або загрозу виникнення надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру, повинні надавати її Мінприроди, ДСНС та її територіальним органам, обласним, Київській та Севастопольській міським держадміністраціям або органів виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань екології та природних ресурсів, якщо така надзвичайна ситуація виникла на території Автономної Республіки Крим

19. Попередження про виникнення або загрозу виникнення небезпечних метеорологічних і гідрологічних явищ, оцінювання їх розвитку покладається на Мінприроди. Функції з попередження про виникнення або загрозу виникнення екзогенних та ендемогенних геологічних процесів, оцінювання їх розвитку покладаються на Держгеонадра.

20. Оцінка впливу забруднення довкілля на стан здоров'я населення покладається на МОЗ та його територіальні органи (у разі їх утворення), 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.

21. ДКА 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.

22. Органи Держводагентства надають усім зацікавленим суб'єктам системи моніторингу інформацію про державний облік використання вод і скидання стічних вод водокористувачами.

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

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

25. Орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань екології та природних ресурсів надає зацікавленим суб'єктам системи моніторингу інформацію про стан довкілля на території Автономної Республіки Крим.

26. Право володіння, користування і розпорядження інформацією, одержаною під час виконання загальнодержавної і регіональних (місцевих) програм моніторингу довкілля, регламентується законодавством. Інформація, що зберігається в системі моніторингу, використовується для прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки органами державної влади та органами місцевого самоврядування і надається їм безкоштовно відповідно до затверджених регламентів інформаційного обслуговування користувачів системи моніторингу та її складових частин. Спеціально підготовлена інформація на запит користувачів підлягає оплаті за домовленістю, якщо інше не передбачено нормативними актами або укладеними двосторонніми угодами про безкоштовні взаємовідносини постачальників і споживачів інформації.

27. Мінприроди, ДСНС та їх територіальні органи (у разі їх утворення) здійснюють оперативне управління інформацією, одержаною на всіх рівнях функціонування системи моніторингу.

## Висновки

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» передбачено створення державної системи моніторингу довкілля (ДСМД) та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на Мінприроди та інші центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля.

Урядом України прийнято ряд законодавчих актів у галузі моніторингу довкілля.

З метою координації діяльності міністерств та відомств, визначення основних принципів державної політики з питань розвитку системи моніторингу навколишнього середовища, забезпечення її функціонування на основі єдиного нормативно-методологічного забезпечення постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2001 № 1551 утворено Міжвідомчу комісію з питань моніторингу довкілля. Мінприроди здійснюється організаційно-технічне забезпечення роботи комісії та її профільних секцій.

Функціонування ДСМД здійснюється на трьох рівнях, що розподіляються за територіальним принципом:

- загальнодержавний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах всієї країни;
- регіональний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання в масштабах територіального регіону;
- локальний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах окремих територій із підвищеним антропогенним навантаженням.

«Положення про державну систему моніторингу довкілля» було затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391. Відповідно до цього положення визначені суб'єкти моніторингу: Мінагрополітики, Мінприроди,

ДАЗВ (держадміністраціями зони відчуження), Держгеонадрами, Мінрегіон, ДКА (державне космічне агентство), а також ДСНС (державна служба надзвичайних ситуацій), Держсанепідслужба, Держлісагентство, Держводагентство, Держземагентство та їх територіальними органами, підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління, обласними, Київською та Севастопольською міськими держадміністраціями, а також органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим із питань охорони навколишнього природного середовища.

Підприємства, установи і організації незалежно від їх підпорядкування і форм власності, діяльність яких призводить чи 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 для її комплексного оброблення. Взаємовідносини суб'єктів системи моніторингу ґрунтуються на: взаємній інформаційній підтримці рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки; координації дій під час планування, організації та проведення спільних заходів з екологічного моніторингу довкілля, виникнення надзвичайних екологічних ситуацій та ліквідації їх наслідків; ефективному використанні наявних організаційних структур, засобів спостережень за об'єктами довкілля та комп'ютеризації процесів діяльності; сприянні найбільш ефективному розв'язанню спільних завдань моніторингу довкілля та екологічної безпеки; відповідальності за повноту, своєчасність і достовірність переданої інформації; колективному використанні інформаційних ресурсів та комунікаційних засобів; безкоштовному інформаційному обміні.

## Питання для самоперевірки

1. На які організації покладене виконання функцій моніторингу довкілля?
2. Перелічіть основні законодавчі акти, що регламентують моніторинг об'єктів довкілля.
3. Які функції виконує Міжвідомча комісія з питань моніторингу довкілля?
4. Назвіть рівні моніторингу за територіальним принципом.
5. Дайте визначення поняттю «державна система моніторингу довкілля».
6. Перелічіть принципи, на яких базується система моніторингу довкілля.

## **Тема 4 Організація системи моніторингу атмосферного повітря**

*Зміст теми:*

- 4.1 Правові засади моніторингу атмосферного повітря.
- 4.2 Організація мережі моніторингу атмосферного повітря.
- 4.3 Категорії, розміщення і кількість постів спостереження за забрудненням атмосфери.
- 4.4 Вибір забруднюючих речовин для контролю їх вмісту в атмосфері.
- 4.5 Програми спостережень за станом атмосферного повітря.

*Ключові слова:* атмосферне повітря, моніторинг, законодавчі акти, пости спостереження, програми, мережа спостережень.

### **4.1 Правові засади моніторингу атмосферного повітря**

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для людини посідає перше місце. Це обумовлено, насамперед, тим, що забруднюючі речовини з атмосферного повітря мають найширше поширення та випадають у різні середовища. Наприклад, атмосферні опади дають до 10 % забруднення водних об'єктів басейну Дніпра, значно забруднюють ґрунт тощо.

Крім того, людина споживає за добу і в цілому за життя в об'ємному відношенні повітря набагато більше, ніж води та їжі. Природні захисні бар'єри певною мірою захищають людину від потрапляння шкідливих речовин до організму через шлунково-кишковий тракт, але організм людини не захищений надійними природними механізмами від потрапляння шкідливих речовин через дихальні шляхи. Все вищенаведене обумовлює створення системи моніторингу за станом атмосферного повітря.

Державна служба спостережень і контролю стану

атмосферного повітря у нашій країні функціонує з 1972 р. Вона побудована за ієрархічним принципом: первинний пункт спостережень → регіональний пункт спостереження і збору даних → державний пункт збору та обробки інформації.

Правові засади щодо діяльності системи ДМА в Україні викладені в державних законодавчих документах: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.91 р. № 1268-12 із змінами; «Положення про державну систему моніторингу довкілля», затверджене постановою Кабінету Міністрів України № 391 від 30.03.98 р. із змінами; «Порядок організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», затверджений постановою КМУ №343 від 09.03.99 р.; «Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавних програм моніторингу довкілля», затверджені наказом Мінекоресурсів України № 487 від 24.12.01, інші державні законодавчі акти та Укази президента.

Організація спостережень і контролю забруднення атмосферного повітря здійснюється в Україні згідно з вимогами, викладеними у «Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», затвердженого постановою КМУ № 343 від 09.03.99 р. Цей документ встановлює основні вимоги до організації державного моніторингу атмосферного повітря, до взаємодії міністерств і відомств під час його проведення, до забезпечення органів державної виконавчої влади інформацією для прийняття рішень, пов'язаних із станом атмосферного басейну України.

Державна система моніторингу атмосферного повітря (далі по тексту ДМА) – це система спостереження, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан повітряного басейну, прогнозування його змін і розроблення рекомендацій для запобігання негативним змінам в атмосфері та для дотримання вимог екологічної безпеки.

Об'єктами ДМА згідно з «Порядком організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного

повітря» є атмосферне повітря, атмосферні опади та викиди домішок в атмосферу. Встановлені списки загальнопоширених ЗР, показників та інгредієнтів атмосферних опадів і речовин, які використовуються під час проведення моніторингу.

До суб'єктів моніторингу атмосферного повітря належать ДСНС, Держсанепідслужба, їх територіальні органи, Мінприроди, підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря.

Вони проводять стандартизацію і нормування у галузі охорони атмосферного повітря. Державні стандарти у цій галузі є обов'язковими. Вони визначають поняття й терміни, режим використання й охорони атмосферного повітря, методи контролю за його станом, вимоги щодо запобігання несприятливому впливу на атмосферне повітря.

Крім того, встановлюються такі нормативи:

- екологічної безпеки атмосферного повітря;
- гранично допустимих викидів речовин стаціонарними джерелами та шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів;
- обмежені нормативи утворення забруднюючих речовин, які відводяться в атмосферне повітря;
- використання атмосферного повітря як сировини;
- концентрації забруднюючих речовин у відпрацьованих газах.

У зв'язку з існуванням державних стандартів і нормативів держава покладає на підприємства, установи і організації відповідні обов'язки. Вони зобов'язані вживати заходів щодо зменшення обсягів шкідливих викидів та підтримувати у справному стані споруди, устаткування й апаратуру для очищення викидів.

Правопорушеннями у галузі охорони атмосферного повітря є:

- порушення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин;



– перевищення нормативів гранично допустимих рівнів шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів;

– використання атмосферного повітря як сировини основного виробничого призначення без дозволу спеціально уповноважених державних органів та інші.

Метою ДМА є забезпечення одержання первинних даних про склад та обсяги викидів домішок в атмосферу, узагальнених даних про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу, показників стану, якості та оцінок небезпечності забруднення повітряного басейну.

У результаті проведення моніторингу атмосферного повітря одержуються: первинні дані контролю за викидами та спостережень за станом забруднення; узагальнені дані про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу;

узагальнені дані про склад та обсяги викидів забруднюючих речовин; оцінка рівнів та ступеня небезпечності забруднення для довкілля та життєдіяльності населення;

оцінка складу та обсягів викидів забруднюючих речовин.

Державною гідрометеорологічною службою (МНС) здійснюються спостереження за забрудненням атмосферного повітря у 53 містах України на 162 стаціонарних, двох маршрутних постах спостережень та двох станціях транскордонного переносу.

## **4.2 Організація мережі моніторингу атмосферного повітря**

Стандартна мережа моніторингу атмосферного повітря повинна забезпечити надходження режимної інформації про ЗА, на основі якої можна вирішувати такі завдання:

- 1) оцінити рівень ЗА;
- 2) вивчити вплив ЗА на здоров'я людини;
- 3) оцінити збиток від ЗА;

4) спланувати розміщення промислових підприємств, визначити СЗЗ;

5) уточнювати та перевіряти методи розсіювання домішок від джерел;

б) оцінити фонове забруднення атмосфери.

Служба спостережень і контролю стану атмосферного повітря складається з двох частин: спостережень (моніторингу) і контролю. Перша підсистема забезпечує спостереження за станом і якістю атмосферного повітря в населених пунктах і територіях, розташованих поза зоною впливу конкретних джерел забруднення. Друга забезпечує контроль джерел викидів і регулювання обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Спостереження за станом атмосферного повітря проводяться в районах інтенсивного антропогенного впливу (містах, промислових і агропромислових центрах тощо) і в районах, віддалених від джерел забруднення (у фонових, контрольних). Спостереження в контрольних районах проводяться в біосферних заповідниках і заповідних територіях.

Необхідність організації контролю забруднення атмосферного повітря в зоні інтенсивного антропогенного впливу визначається попередніми експериментальними (упродовж 1–2 років) і теоретичними дослідженнями з використанням методів математичного і фізичного моделювання. Такий підхід дозволяє оцінити ступінь забруднення атмосфери тією чи іншою домішкою в місті чи будь-якому іншому населеному пункті, де є стаціонарні чи пересувні джерела викидів шкідливих речовин.

Як правило, розташування джерел викидів і їх параметри відомі або ж їх можна визначити. Знаючи метеорологічні параметри, за допомогою методів моделювання можна розрахувати рівні й поля концентрацій ЗР в атмосферному повітрі для будь-якої ситуації. Адекватність прийнятих моделей реальним ситуаціям повинна перевірятися експериментально.

Для одержання репрезентативної інформації про просторові і часові зміни забруднення повітря необхідно

попередньо провести обстеження метеорологічних умов і характеру просторових і часових змін забруднення повітря за допомогою пересувних засобів. Для цього найчастіше використовується пересувна лабораторія, яка здатна здійснювати відбір і аналіз проб повітря. Такий метод називають рекогносцирувальним.

На карту-схему міста (населеного пункту, району) наноситься регулярна сітка із кроком 0,1, 0,5 чи 1,0 км. На місцевості за спеціально розробленою програмою випадкового відбору проб відбираються й аналізуються проби в точках, що збігаються з вузлами сітки, накладеної на карту-схему.

Для одержання статистично достовірних середніх значень вимірюваних концентрацій проводиться аналіз комбінацій точок на сітці, об'єднаних у квадрати площею 0,2–4 км<sup>2</sup>. Такий метод дозволяє виявити як межі промислових комплексів і вузлів, так і зони їх впливу. При цьому забезпечується можливість порівняння одержаних результатів із розрахунковими даними математичних моделей. Зазначимо, що використання методів моделювання в цих роботах є обов'язковим.

Якщо виявляється, що існує ймовірність зростання концентрації домішки вище нормативів, то за вмістом такої домішки у зоні її виявлення встановлюють спостереження. Якщо ж такої ймовірності немає і відсутні перспективи розвитку джерел викидів промисловості, енергетики й автотранспорту, встановлення стаціонарних постів спостережень за атмосферним повітрям недоцільне. Підкреслимо, що такий висновок не поширюється на організацію спостережень за фоновим рівнем забруднення повітря поза населеними пунктами.

Лише після того, як буде встановлений рівень забруднення атмосферного повітря всіма ЗР викидів усіх існуючих і запланованих до будівництва та пуску техногенних джерел, а також характер зміни полів концентрації забруднюючих речовин по території і в часі з урахуванням карт забруднення повітря, побудованих за результатами моделювання, можна розпочати розроблення схеми мережі розміщення стаціонарних

постів спостережень на досліджуваній території і програми їх роботи. Ця програма розробляється на базі завдань кожного окремого посту й мінливості концентрації кожної домішки в досліджуваній зоні.

#### **4.3 Категорії, розміщення і кількість постів спостереження за забрудненням атмосфери**

Пости необхідно встановлювати в житлових, адміністративних районах; у районах з різним типом забудови; там, де відзначаються найбільші середні рівні, що перевищують ГДК, а також у парках і інших зонах відпочинку.

Розміщення стаціонарних постів узгоджується з місцевими органами Гідрометслужби і підрозділів МОЗ.

Відкриття, закриття і перенесення стаціонарних постів здійснюються за «Настановою гідрометеорологічним станціям і постам».

Для визначення необхідної кількості постів використовуються статистичні методи: кореляційний, спектральний, метод інтерполяції.

Пост спостереження може давати інформацію про стан повітряного басейну (якщо він знаходиться поза зоною впливу окремих джерел викидів), а також здійснювати контроль за джерелами викидів (якщо він знаходиться в зоні впливу джерел викидів).

При розміщенні постів спостереження перевага надається районам житлової забудови з найбільшою щільністю населення, де можливі випадки перевищення встановлених граничних значень гігієнічних регламентів (ГДК). Спостереження повинні проводитися за всіма домішками, рівні яких перевищують ГДК.

В обов'язковому порядку виконується відбір проб основних забруднюючих речовин і речовин, що найбільш часто трапляються в досліджуваних зонах активного забруднення атмосферного повітря (пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, оксиди азоту). Необхідність заміру концентрації інших речовин

для контролю визначається специфікою виробництва і викидів у даній місцевості та частотою їх перевищення ГДК.

Контроль за радіоактивним забрудненням атмосферного повітря здійснюється як на фоновому рівні, так і в зонах впливу атомних електростанцій та інших джерел можливих виділень чи викидів радіоактивних речовин. При контролі радіоактивного забруднення на фоновому рівні використовуються існуючі фонові станції чи спеціальні станції, розміщені на відстані 50–100 км від можливого джерела радіоактивного забруднення. При контролі в радіусі до 25 км від можливих джерел викидів радіоактивних речовин використовується як існуюча мережа контролю, так і спеціальні пости спостережень, де встановлюються датчики гамма-випромінювання і прилади для відбору проб і їх аналізу.

Важливим аспектом моніторингу атмосфери є його здатність забезпечувати контроль так званого трансграничного перенесення потоків ЗР за рахунок їх поширення на великі відстані від місця викиду. Цей контроль здійснюється системою наземних і авіаційних станцій. Мережа станцій трансграничного перенесення обладнується автоматичними системами відбору газу й аерозолей, збору сухих і мокрих опадів, аналізу вмісту домішок у відібраних пробах. Інформація надходить у центри, що здійснюють:

- збір, аналіз і збереження інформації про трансграничне перенесення домішок в атмосфері;
- прогноз перенесення домішок на основі метеоданих;
- ідентифікацію районів викидів і джерел викидів;
- реєстрацію і розрахунок опадів ЗР з атмосферного повітря на підстилаючу поверхню та інші роботи.

Для підвищення ефективності атмосфероохоронних заходів необхідно використовувати дані за довготривалі терміни спостережень (5 років і більше).

Існуюча в нашій країні мережа спостережень за забрудненням атмосферного повітря включає пости ручного відбору проб повітря й автоматизовані системи спостережень і

контролю навколишнього середовища (АНКОС).

Основні види постів спостереження:

- стаціонарні (постійно діючі);
- маршрутні (за затвердженим маршрутом і графіком роботи);
- пересувні (підфакельні).

**Стаціонарний пост спостережень** – це спеціально обладнаний майданчик, на якому розміщена апаратура, необхідна для реєстрації концентрацій забруднюючих речовин (ЗР) і метеорологічних параметрів за встановленою програмою. Поміж цих стаціонарних постів виділяються опорні стаціонарні пости, призначені для виявлення довготермінових змін вмісту основних та найбільш поширених ЗР.

Місце для установки стаціонарного посту вибирається, як правило, з урахуванням метеорологічних умов формування рівня забруднення. При цьому заздалегідь визначається коло завдань, що потребують вирішення: оцінка середньомісячної, сезонної, річної та максимально разової концентрацій, імовірності виникнення концентрацій, які перевищують ГДК тощо.

Перед установкою посту завжди аналізують розрахункові показники рівня концентрації інгредієнтів усіх можливих викидів від усіх стаціонарних і пересувних джерел, особливості забудови і рельєфу місцевості та перспективи розвитку житлової забудови чи розширення промислових зон підприємств, енергетики, комунального господарства, а також транспорту й інших галузей міського господарства, нарешті, функціональні особливості обраної зони, щільність населення, метеорологічні умови даної місцевості тощо.

**Маршрутний пост спостережень** – це місце на певному визначеному маршруті пересувної лабораторії для відбору проб. Він призначений для регулярного відбору проб у фіксованих точках місцевості при спостереженнях, що проводяться за допомогою цієї пересувної лабораторії.

Маршрутні спостереження здійснюються на маршрутних

постах за допомогою автолабораторій. Така пересувна лабораторія має продуктивність близько 5000 відборів проб на рік. За день вона здатна зробити відбір близько 10 проб.

Порядок об'їзду маршрутних постів щомісяця змінюється так, щоб відбір проб на кожному пункті проводився в різний час доби (наприклад, першого місяця лабораторія об'їжджає пости в порядку зростання номерів пунктів, другого – у порядку їх спадання, а третього – із середини маршруту до кінця чи від початку до середини).

**Пересувний пост (підфакельний)** для спостережень за забрудненням повітря призначений для відбору проб із метою виявлення зони впливу даного джерела. Ці спостереження здійснюються за спеціально розробленими програмами та визначеним маршрутом, як правило, за специфічними забруднюючими речовинами, характерними для викидів даного джерела.

Місця відбору проб вибирають на різних відстанях від джерела викидів з урахуванням закономірностей поширення домішок у середовищі. Спостереження під факелом проводяться за типовими для даного підприємства інгредієнтами з урахуванням обсягу їх викидів та їх токсичності. У зоні максимального забруднення (за даними розрахунків чи експериментальних вимірів) відбирається не менше 50 проб, а в інших зонах не менше 25 проб.

Місце для установки стаціонарного посту вибирається, як правило, з урахуванням метеорологічних умов формування рівня забруднення атмосферного повітря. При цьому заздалегідь визначається коло завдань (оцінка середньомісячної, сезонної, середньорічної і максимально разової концентрацій, імовірності виникнення концентрацій, що перевищують ГДК, тощо).

Перед установкою посту необхідно проаналізувати розрахункові поля концентрацій для всіх інгредієнтів викидів стаціонарних і пересувних джерел; особливості забудови і рельєфу місцевості; перспективи розвитку житлової забудови і розширення підприємств промисловості, енергетики,

комунального господарства, транспорту та інших галузей; функціональні особливості обраної зони; щільність населення; метеорологічні умови даної місцевості й інші фактори впливу.

Якщо контрольовані параметри визначені, то повинна бути визначена кількість і розташування місць пробовідбору та режиму відбору проб у часі (проведення спостережень на цьому етапі). При цьому необхідно уникати поспішних висновків, оскільки вони можуть виявитися помилковими.

Пост розміщують поза аеродинамічною тінню будинків і зони зелених насаджень. Його територія повинна добре провітрюватися і не підпадати під вплив близько розташованих низьких джерел (стоянок автомашин, дрібних підприємств із низькими викидами тощо). Кількість стаціонарних постів у будь-якому населеному пункті визначається чисельністю населення, рельєфом місцевості, особливостями домінуючого виду промисловості, функціональною структурою (житлова, промислова, зелена зона і т. д.), просторовою і часовою мінливістю полів концентрацій шкідливих речовин тощо.

Так, наприклад, виходячи з кількості населення, кількість стаціонарних постів визначається згідно з табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Рекомендована кількість постів залежно від кількості населення у зоні забруднення

Кількість населення, тис. чол.	Кількість постів
<50	1
50–100	2
100–200	3
200–500	3–5
500–1000	5–10
1000–2000	10–15
>2000	15–20

Для населених пунктів із складним рельєфом і великою кількістю джерел рекомендується встановлювати один пост на кожні 5–10 кв. км. Щоб інформація про забруднення повітря



враховувала особливості міста, рекомендується ставити пости у різних функціональних зонах – житловій, промисловій і зонах відпочинку. У містах з великою інтенсивністю руху автотранспорту пости встановлюють також і поблизу автомагістралей.

#### **4.4 Вибір забруднюючих речовин для контролю їх вмісту в атмосфері**

Відповідно до «Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» під час проведення моніторингу атмосферного повітря в обов'язковому порядку визначається наявність в атмосферному повітрі загальнопоширених забруднюючих речовин, показників та інгредієнтів атмосферних опадів, зазначених у списку А.

За рішенням місцевих органів виконавчої влади або органів місцевого самоврядування, з урахуванням екологічної ситуації в регіоні, населеному пункті може додатково визначатися наявність в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, зазначених у списку Б .

##### **Список А**

##### **Забруднюючі речовини в атмосферному повітрі**

1. Пил.
2. Діоксид сірки.
3. Оксид вуглецю.
4. Діоксид азоту.
5. Свинець та його неорганічні сполуки.
6. Бенз(а)пірен.
7. Формальдегід.
8. Радіоактивні речовини.

##### **Інгредієнти атмосферних опадів**

1. Сульфати.
2. Хлор.
3. Азот амонієвий.
4. Нітрати.

5. Гідрокарбонати.
6. Натрій.
7. Калій.
8. Кальцій.
9. Магній.
10. рН.
11. Кислотність.

### **Список Б**

**(проведення моніторингу на регіональному (локальному) рівні)**

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

26. Хлоранілін.
27. Хром та його сполуки.
28. Цинк та його сполуки.
29. Радіоактивні сполуки.

У головній геофізичній обсерваторії (м. С.-Петербург) розроблено методику ранжування ЗР, засновану на використанні параметра споживання повітря (ПВ<sub>i</sub>).

$PB_i$  – це об'єм повітря, необхідний для розбавлення викидів потужністю  $M_i$  до середнього рівня концентрації  $q_i$ ,

$$PB_i = \frac{M_i}{q_i}.$$

$PB_{mi}$  – це об'єм повітря, необхідний для розбавлення викидів потужністю  $M_i$  до рівня ГДК<sub>сд</sub>,

$$PB_{ti} = \frac{M_i}{ГДК}.$$

Необхідність організації контролю вмісту в атмосфері і-ї домішки оцінюється за співвідношенням  $PB_i$  і  $PB_{mi}$ . Якщо  $PB_i < PB_{mi}$ , то домішку вимірюють.

Параметр споживання повітря залежить від розсіюючої здатності атмосфери і від радіуса міста.

Запропонований метод можна застосовувати у випадку рівномірного розміщення джерел викидів по території міста і рівного рельєфу.

Якщо викид здійснюється одним підприємством, то максимум наземної концентрації ЗР виявляється на відстані 2–5 км від нього. Для одиночного джерела, винесеного за територію міста, можна взяти

$$PB_i = 0,5 \frac{M_i}{q_i},$$

де 0,5 – повторюваність напрямку вітру з боку промислового майданчика.

Перелік ЗР, що підлягають контролю, переглядається при зміні даних по інвентаризації промислових викидів, реконструкції та будівництві нових підприємств, але не рідше ніж раз на 3 роки.

## 4.5 Програми спостережень за станом атмосферного повітря

Регулярні спостереження на стаціонарних постах проводяться за однією із чотирьох програм спостереження: □ **повною** для одержання інформації про разові та середньодобові концентрації щодня шляхом безперервної реєстрації за допомогою автоматичних пристроїв або дискретно не менше ніж 4 рази на добу о 1,7,13,19 годині місцевого часу; **неповною** для одержання інформації про разові концентрації щоденно о 7,13,19 годині; **скороченою** для одержання інформації про разові концентрації щоденно о 7 і 13 годині; **добовою** для одержання інформації про середньодобові концентрації при безперервному відборі проб.

Проведення спостережень за скороченою програмою допускається при температурі менше  $-45^{\circ}\text{C}$  і в місцях, де середньомісячні концентрації менші за  $1/20$  ГДК<sub>мр</sub>. Допускається проведення спостережень за змінним графіком: о 7, 10, 13 годині у вівторок, четвер, суботу і о 16, 19, 22 годині в понеділок, середу, п'ятницю.

Одночасно з відбором проб повітря визначають метеорологічні параметри.

Спостереження на маршрутних постах проводять за повною, неповною і скороченою програмах.

На стаціонарних постах ведуть спостереження за вмістом основних забруднюючих речовин: пилу,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  і за специфічними речовинами, характерними для промислових викидів багатьох підприємств міста.

На маршрутних постах проводять спостереження за вмістом специфічних ЗР, характерних для прилеглих джерел викидів. Спостереження за основними ЗР проводяться за скороченою програмою. Одна специфічна домішка контролюється на 2–3 постах одночасно.

Під факелом ведуть спостереження за специфічними домішками, характерними для викидів даного підприємства.

Програму складають таким чином, щоб вимірів концентрації забруднюючих речовин за рік на кожній відстані було не менш 50.

При дослідженні атмосферного забруднення важливе значення мають не лише рівні концентрації ЗР по місту в цілому (для цього використовуються стаціонарні і маршрутні пости спостережень). Якщо значний внесок у забруднення повітря міста робить якесь підприємство, необхідно звернути більше уваги саме на підфакельні спостереження. При цьому найбільш істотною частиною цієї роботи є встановлення напрямку руху факела і вибір місця розміщення пунктів відбору проб. Якщо димовий факел візуально не видно, то напрямком його руху визначається за напрямком вітру на висоті викиду, запаху характерного інгредієнта досліджуваного джерела та за видимими факелами інших джерел викидів.

## **Висновки**

Державна служба спостережень і контролю стану атмосферного повітря у нашій країні функціонує з 1972 р. Організація спостережень і контролю забруднення атмосферного повітря здійснюється в Україні згідно з вимогами, викладеними у «Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

Об'єктами моніторингу є атмосферне повітря, атмосферні опади та викиди домішок в атмосферу. До суб'єктів моніторингу атмосферного повітря належать ДСНС, Держсанепідслужба, їх територіальні органи, Мінприроди, підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря.

Спостереження за станом атмосферного повітря проводяться в районах інтенсивного антропогенного впливу і в районах, віддалених від джерел забруднення.

Основні види постів спостереження: стаціонарні, маршрутні, підфакельні.

Кількість стаціонарних постів визначається кількістю населення, рельєфом місцевості, особливостями домінуючого виду промисловості, функціональною структурою, просторовою і часовою мінливістю полів концентрацій шкідливих речовин тощо.

Під час проведення моніторингу атмосферного повітря в обов'язковому порядку визначається наявність в атмосферному повітрі загальнопоширених забруднюючих речовин, показників та інгредієнтів атмосферних опадів, зазначених у списку А. За рішенням місцевих органів виконавчої влади або органів місцевого самоврядування в регіоні, населеному пункті може додатково визначатися наявність в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, зазначених у списку Б. Регулярні спостереження на стаціонарних постах проводяться за однією із чотирьох програм спостереження: повною, неповною, скороченою, добовою.

### **Питання для самоперевірки**

1. Назвіть основні законодавчі акти в галузі охорони атмосферного повітря.
2. Дайте визначення поняття «державна система моніторингу атмосферного повітря».
3. Перелічіть об'єкти та суб'єкти державної системи моніторингу атмосферного повітря.
4. Назвіть вимоги до створення мережі пунктів спостереження за станом атмосферного повітря.
5. Охарактеризуйте види постів спостереження за станом атмосферного повітря.
6. Назвіть критерії вибору кількості постів спостереження за станом атмосферного повітря.
7. Перелічіть та охарактеризуйте програми спостереження за станом атмосферного повітря.
8. Яким чином вибирають речовини для спостереження за станом атмосферного повітря?

## **Тема 5 Проведення дослідження стану атмосферного повітря**

*Зміст теми:*

5.1 Проведення спостережень на постах.

5.2 Відбір проб атмосферного повітря для аналізу.

5.3 Прилади і обладнання для контролю стану атмосферного повітря.

*Ключові слова:* відбір проб, автоматизовані системи, газоаналізатори, лабораторні методи, аспірація, метеорологічні параметри.

### **5.1 Проведення спостережень на постах**

**На стаціонарних постах** спостереження за забрудненням атмосферного повітря і метеорологічних параметрів проводиться цілорічно в усі сезони незалежно від погодних умов.

Найбільш ефективними при дослідженні стану атмосферного повітря є автоматизовані системи. Автоматизована система спостереження і контролю призначена для автоматизованого збору, обробки і передачі інформації про рівень забруднення атмосферного повітря. Вона дозволяє у безперервному режимі одержувати дані про концентрацію домішок в атмосфері населених пунктів та в зонах активного забруднення великих пром підприємств. Технічні можливості реєстрації, передачі, збереження й обробки даних дозволили розробити основні принципи функціонування вітчизняної автоматизованої системи контролю стану атмосфери (АСКСА).

До складу цих систем входять такі технічні засоби:

- павільйон;
- щогловий пристрій із комплектом метеодатчиків, установлених на даху павільйону;
- пристрої опалення, вентиляції, освітлення, кондиціонування і пожежогасіння;

- газоаналізатори;
  - пристрій збору й обробки інформації на базі комп'ютера.
- Найбільше поширення мають такі газоаналізатори:

ГПК-1 – кулонометричний газоаналізатор для визначення концентрації  $SO_2$ ;

667фф – флуоресцентний газоаналізатор для визначення концентрації  $SO_2$ ;

ГМК-3 – оптико – акустичний аналізатор для визначення концентрації  $CO$ ;

645 ХЛ – хемілюмінесцентний газоаналізатор для визначення концентрації  $NO_x$ ;

623 ИН – іонізаційний газоаналізатор для визначення концентрації вуглеводнів;

652 ХЛ – хемілюмінесцентний газоаналізатор для визначення концентрації  $O_3$ .

Обмін інформацією між системою АСКСА і Центром обробки інформації здійснюється за допомогою апаратів передачі даних (АПД), які, власне, і утворюють автоматичну централізовану підсистему збору інформації від систем АСКСА, розміщених по місту чи регіону.

Системи АСКСА і Центру забезпечують:

- систематичний вимір заданих параметрів атмосфери;
- автоматичний збір інформації зі станцій АСКСА;
- збір інформації від неавтоматизованих ланок спостережень (наприклад, від стаціонарних і пересувних постів);
- оперативну оцінку екологічної ситуації за ГДК;
- короткостроковий прогноз концентрацій контрольованих ЗР;
- обробку і видачу інформації користувачам.

Для проведення стаціонарних спостережень вітчизняна промисловість випускає стандартні павільйони-пости та лабораторії типу ПОСТ-1 і ПОСТ-2. ПОСТ-1 – це утеплений дюралевий павільйон, у якому встановлені комплекти приладів і устаткування для відбору проб повітря і проведення метеорологічних вимірів. Устаткування включає в себе



автоматичні газоаналізатори ГМК-3 та ГПК-1.

ПОСТ-2 відрізняється наявністю автоматичного повітрязабірника «Компонент». Для виміру метеопараметрів у лабораторії використовується автоматичний метеорологічний комплекс.

**На маршрутних та підфакельних постах** використовується пересувна лабораторія «Атмосфера», у якій встановлені комплекти приладів і устаткування для відбору проб повітря і проведення метеорологічних вимірів. Це автофургон типу УАЗ, у приладовому відсіку якого знаходяться прилади і устаткування для відбору проб на газові домішки, сажу і пил, вимірювальний пульт і пульт управління. На даху лабораторії – датчик швидкості і напрямку вітру, виносна штанга для датчиків температури, вологості.

Існують напівавтоматичні переносні прилади-індикатори на  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $Cl_2$  і  $O_3$ , які застосовуються у випадку аварій.

Оскільки метеофактори визначають умови переносу і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, то відбір проб повітря супроводжується визначенням за напрямком і швидкістю вітру, температурою, вологістю, атмосферним тиском, станом погоди і підстилаючої поверхні.

Результати спостережень записуються у журнал КЗА-1.

Стан погоди оцінюється візуально: ясно, імла, димка, дощ, мряка, курна буря, сніг, туман, туман або димка з опадами.

Стан підстилаючої поверхні визначається у радіусі 100 м від місця спостереження: суха, що порошить; суха, що не порошить; волога; мокра; зелена трава; сніг.

## **5.2 Відбір проб атмосферного повітря для аналізу**

Процедура відбору проб є однією з основних елементів аналізу параметрів стану і якості атмосферного повітря. Відбір проб атмосферного повітря здійснюється спеціальним поглинальним приладом 2 методами: аспіраційним або заповнення судин обмеженої ємності. Для дослідження

газоподібних домішок придатні обидва методи, а для дослідження домішок у вигляді аерозолей і пилу – лише перший.

У першому методі при пропусканні повітря через поглинальний прилад відбувається концентрування аналізованої речовини в поглинальному середовищі (твердому або рідкому сорбенті) чи осідання твердих частинок на аерозольному фільтрі.

Для достовірного визначення концентрації речовини витрата повітря повинна складати десятки і сотні літрів за одну хвилину.

Метод заповнення судин можна поділити на такі види:

– вакуумний спосіб (із герметично закритої ємності відкачують повітря, а потім у місці відбору проби ємність відкривають);

– метод примусового продування судини 10-кратним обсягом повітря в місці відбору проби;

– метод витиснення попередньо залитої в ємність інертної рідини повітрям у місці відбору проб.

**Умови відбору проб.** Відбір проб проводиться на висоті 1,5 – 3,5 м від поверхні землі. При відборі разових проб повітря необхідно забезпечувати **умови ізокінетичності** – швидкість повітря, що пропускається через фільтр, повинна дорівнювати швидкості потоку, що набігає. Вирівнювання швидкостей здійснюється за рахунок застосування конусних насадок, вибір яких залежить від швидкості вітру. Фільтроутримувач повинен бути орієнтований назустріч вітровому потоку. При добовому відборі проб повітря в умовах високої запиленості маса пилу на фільтрі може перевищити його пилоємність ( $5 \text{ мг/см}^2$ ). Під час відбору проб при мінусових температурах повітря підігрівається до  $20^\circ\text{C}$ . Один раз на місяць повітряні комунікації очищають від пилу, промивають теплою мильною водою, потім чистою водою зі спиртом і просушують.

Сорбційні трубки встановлюють строго вертикально, шаром сорбенту вниз, щоб повітря проходило через шар

сорбенту знизу вгору. При відборі проб повітря на фторид водню як провідник повітря використовують лише фторопласт. Проби повітря на  $SO_2$ ,  $H_2S$  і  $SC$  повинні бути захищені від світла.

Для відбору проб повітря використовують електроаспіратори, пирососи й інші прилади і пристрої, що пропускають повітря, та пристрої, що реєструють обсяг повітря, яке пропускається (реометри, ротаметри й інші витратоміри).

Проби поділяються: на разові (період відбору 20–30 хв.) і середньодобові (вони визначаються шляхом усереднення не менше чотирьох разових проб повітря, відібраних через однакові проміжки часу протягом доби).

Проби повітря, відібрані на постах, доставляють в один із хімічних підрозділів, де здійснюється їх аналіз. Існує 4 типи хімічних лабораторій:

- 1) група чи лабораторія спостережень за забрудненням атмосфери, в якій проводяться аналізи проб, відібраних в місті;
- 2) кушова лабораторія, в якій проводиться аналіз проб, які відібрані в інших містах та передані в лабораторію, також проводяться хімічні аналізи, які не можуть бути виконані в лабораторіях першого типу;
- 3) централізовані лабораторії науково-дослідних установ;
- 4) спеціалізовані лабораторії науково-дослідних установ.

Спостереження за радіоактивністю атмосферного повітря здійснюється систематично протягом року один раз або два рази на добу. При режимі дворазового відбору проб час роботи установки встановлюється щодня з 7 год. 30 хв. до 13 год. 30 хв. і з 19 год. 30 хв. до 1 год. 30 хв. за місцевим декретним часом, тобто через 12 год. При режимі одноразового відбору проби щодня відбираються в 7 год. 30 хв., тобто через 24 години.

Стаціонарний пункт контролю радіоактивного забруднення атмосферного повітря – це стаціонарний павільйон типу ПОСТ. Він встановлюється, як правило, на спеціально обладнаних гідрометеорологічних станціях (ГМС) і обгороджених металеву сіткою. Площа обгородженого майданчика 5x10 м, а висота огорожі 1,2–1,5 м. Майданчик

розташовують на відстані не менше десяти висот до найближчої споруди (будинку) і не менше 30 м від доріг. Він обов'язково повинен мати трав'яний покрив. Не допускається висаджування ніяких інших рослин, тим більше чагарників і дерев. На території ГМС не ближче 4 м від будівлі чи огорожі встановлюється планшет для збору радіоактивних випадів і термомюнісцентний дозиметр. Установку для відбору проб розміщують в спеціальній будці з жалюзі, яка піднята над поверхнею землі на 0,8–1 м. Відвід повітря, після його проходження через фільтри установки, здійснюється обов'язково в протилежний від планшета бік.

При проведенні **підфакельних спостережень** місце розташування точок відбору проб змінюється залежно від напрямку факела (напряму вітру). Радіус проведення спостережень – не менш 10–15 км. За робочу зміну 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 забруднюючих 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 самі терміни вимірювань, що і на стаціонарних та маршрутних постах. Щоб вивчити розподіл максимальних концентрацій у різні години доби виконують додаткові вимірювання в інші терміни.

При несприятливих метеоумовах (туман, тривала інверсія температури тощо) відбір проб повітря на всіх постах необхідно проводити через кожні 3 години. Одночасно необхідно відбирати проби під факелами основних джерел викидів на території з найбільшою щільністю населення.

Дані про результати спостережень забруднення атмосферного повітря, про метеорологічні параметри, про результати підфакельних та інших спостережень надходять із стаціонарних і маршрутних постів в один із підрозділів місцевих органів Деожкомгідромету (найчастіше у відділі забезпечення інформацією народногосподарських організацій управління з гідрометеорології). Там вони проходять контроль і зводяться в спеціальні таблиці (таблиці спостережень за забрудненням атмосфери).

Ці таблиці поділяються на чотири види:

- ТЗА-1, в яких містяться результати разових спостережень за забрудненням атмосфери, одержаних мережею постійнодіючих стаціонарних та маршрутних постів у місті чи промцентрі, а також дані метеорологічних і аерологічних спостережень;

- ТЗА-2 фіксують результати підфакельних спостережень;

- ТЗА-3 дають дані середньодобових спостережень за випаданням і концентрацією пилу та газоподібних домішок;

- ТЗА-4 містять дані про добові спостереження за допомогою газоаналізаторів чи інших приладів і пристроїв безперервної дії.

### **5.3 Прилади і обладнання для контролю стану атмосферного повітря**

Різноманіття шкідливих речовин і агрегатних станів у повітрі обумовлює використання різних поглинальних систем, які здатні забезпечити ефективно поглинання мікродомішок. До засобів пробовідбору діючими нормативними документами встановлені певні вимоги. Це пов'язано з необхідністю забезпечити репрезентативність і відтворюваність результатів при відборі проб, а також із можливістю втрати частини інформації при транспортуванні і зберіганні проб.

Так, електроаспіратори для відбору проб атмосферного повітря і промвипадків в атмосферу повинні забезпечувати можливість безперервної роботи протягом 20 хв., підтримку стабільної витрати повітря при відборі проб, відбір проб одночасно через кілька каналів, визначення об'ємної витрати з похибкою не більше 5 % для атмосферного повітря і до 10 % для промвипадків в атмосферу.

Вимоги до технічної компетентності екологічних аналітичних лабораторій зводяться до комплексної оцінки вимірів у структурних підрозділах, які здійснюють аналітичний контроль (з урахуванням усіх вищеперелічених вимог). Вона, як правило, проводиться в ході процедури підтвердження технічної компетентності лабораторій, що виконують хіміко-аналітичні роботи. Офіційні ознаки технічної компетентності лабораторій необхідні для надання юридичного статусу результатам екологічних аналітичних вимірів.

Налічують кілька класифікацій засобів вимірів (ЗВ). Так, засоби екоаналітичних вимірів можна розділити на такі три групи: автоматичні і неавтоматичні, стаціонарні і мобільні (переносні, перевізні), аналізатори і сигналізатори.

Універсальні ЗВ здатні вимірювати вміст практично будь-яких речовин різних класів (наприклад, спектрофотометри).

Групові ЗВ можуть аналізувати подібні за властивостями речовини одного класу або їх групи (аналізатори вихлопних

газів автотранспорту). Цільові ЗВ аналізують специфічні речовини (наприклад, аналізатор  $C$ , аналізатор парів  $Hg$ ). За способом реєстрації результатів розрізняють аналогові і цифрові пристрої.

Технічні засоби контролю забруднення (ТЗКЗ) повітряних та інших газоподібних середовищ поділяють на такі:

- системи (комплекси);
- прилади;
- інші технічні засоби контролю забруднення повітря.

При цьому ТЗКЗ групують за особливостями аналізованого повітряного середовища в такий спосіб: ТЗКЗ атмосфери, ТЗКЗ повітря населених місць і житлових приміщень, ТЗКЗ повітря робочої зони і виробничих приміщень, ТЗКЗ викидів і пароповітряних сумішей, що надходять в атмосферу.

За ступенем автоматизації ці засоби контролю поділяються на автоматичні газосигналізатори, неавтоматичні прилади та інші засоби контролю.

Неавтоматичні ТЗКЗ на основі індикаторних трубок, напівкількісних експрес-тестів, індикаторних папірців, плівок тощо найчастіше використовуються при польовому контролі на місці для вирішення першого рівня завдань у технологічному ланцюжку (пошукового), а також для попередніх і приблизних (напівкількісних) вимірів. Зафіксовано більш ніж 150 марок атестованих газоаналітичних приладів ЗВ. Вони можуть бути згруповані: промислові газоаналізатори – більше 60 ЗВ (> 40 %), аналізатори атмосферного повітря – близько 50 ЗВ (30 %), газоаналізатори транспортних викидів – близько 20 (13 %), апаратура контролю пилу і димності – близько 20 (13 %), інші (експрес-визначники тощо) – більше 5 ЗВ (4 %).

Серед промислових газоаналізаторів найчастіше застосовуються автоматичні прилади для контролю повітря в приміщеннях робочої зони та викидів різних виробництв і теплоенергетичних установок для таких забруднюючих речовин:  $C$  – >16 типів приладів,  $SO_2$  – близько 15 типів,  $NO$  – близько 14 типів,  $NO_2$  – приблизно 8 типів,  $O_2$  – близько 7 типів,  $CO_2$  –

близько 5 типів,  $H_2S$  – близько 6 типів,  $NO_x$  – приблизно 4 типів,  $Cl_2$ ,  $NH_3$  – приблизно два типи, органічних та інших речовин – кілька типів.

Аналізатори атмосферного повітря найбільшою мірою орієнтовані на контроль  $SO_2$  (30 %),  $NO_x$  і  $Hg$  (по 23 %), а також пилу,  $H_2S$ ,  $NH_3$ . Газоаналізатори транспортних викидів комплексно вимірюють, як правило, вміст  $CO$ ,  $C_nH_m$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ , акролеїну, формальдегіду, а також димність і число обертів двигуна.

*Газоаналізатори шкідливих речовин.* Автоматичний прилад, у якому відбір проб повітря, визначення кількості контрольованого компонента, видача і запис результатів аналізу здійснюються автоматично за заданою програмою без участі оператора. При цьому для контролю повітряного середовища використовують газоаналізатори, робота яких заснована на різних принципах.

*Термокондуктометричні газоаналізатори* працюють за принципом залежності теплопровідності газової суміші від її складу. Чуттєвим елементом аналізаторів цього типу є тонкі платинові нитки. Залежно від складу газу змінюється температура чуттєвого елемента. Це викликає струм, сила якого пропорційна концентрації контрольованого компонента.

*Термохімічні газоаналізатори* засновані на вимірюванні теплового ефекту каталітичної реакції, в якій бере участь контрольований компонент. Термохімічний принцип використаний у газоаналізаторах і сигналізаторах паливних газів, пари і їх сумішей.

*Магнітні і термомагнітні газоаналізатори* працюють на принципі вимірювання змін фізичних властивостей газової суміші під впливом магнітного поля.

*Кулонометричні газоаналізатори* вимірюють граничний електрострум, що виникає при електролізі розчину, який містить досліджувану речовину, що є електрохімічним деполаризатором. Аналізована суміш, що містить, наприклад, діоксид сірки, подається в електрохімічне середовище, яке



реагує з йодом до утворення сірководню, що потім електороокислюється на вимірювальному електроді. Сила електричного струму є мірою концентрації досліджуваного компонента.

*Іонізаційні газоаналізатори* засновані на вимірюванні іонного струму, що виникає в процесі іонізації досліджуваного газу. Звичайно використовують іонізацію полум'ям із радіоактивним випромінюванням. Розроблено іонізаційні газоаналізатори для  $\text{NO}_2$ , бензолу, дихлоретану.

*Фотоколориметричні газоаналізатори* діють на основі використання специфічних реакцій, що супроводжуються утворенням або зміною фарбування речовин. Їх перевагою є висока чутливість і універсальність відносно  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCN}$ , фосгену.

*Оптико-акустичні газоаналізатори* застосовують принцип поглинання інфрачервоного випромінювання газом. Газ при переривчастому ІЧ-випромінюванні в замкнутому просторі періодично нагрівається і охолоджується, що супроводжується коливанням тиску газової суміші.

*Хемілюмінесцентні газоаналізатори* працюють на базі вимірів інтенсивності люмінесценції продуктів хімічної реакції хімкомпонента (озон,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ) з реагентом.

*Флуоресцентні* прилади вимірюють інтенсивність флуоресценції досліджуваного хімічного компонента під дією УФ-випромінювання.

*Лазерні* прилади діють за принципом поглинання речовиною лазерного випромінювання певної довжини хвилі (метан, пил).

*Інтерференційні прилади* використовують залежність зміни оптичних властивостей аналізованої суміші від концентрації хімічного компонента (метан, водень).

Наприклад, електроаспіратор ЕА – 1А призначений для аспіраційного відбору разових проб пилу і газоподібних забруднень атмосферного повітря з метою наступного хімічного

аналізу, працює від акумуляторної батареї і має такі характеристики:

- кількість каналів для добору проб повітря – 4;
- сумарна витрата повітря, що забезпечується електроаспіратором, л/хв – не менше 8;
- похибка вимірювання витрати повітря по кожному каналі, від верхньої межі виміру, % -  $\pm 5$ ;
- режим роботи – циклічний;
- тривалість відбору разових проб повітря, хв (робочий період) 20–40, перерва 20–30;
- потужність, споживана електроаспіратором, ВА – не більше 50;
- напруга живлення, В – 12 (+25 % – 10 %);
- кількість акумуляторів у блоці – 10;
- габаритні розміри блоку аспірації, мм, не більше – 270x230x230;
- маса, кг, не більше – 9.

Уловлювання пилу і сажі відбувається на фільтруючі матеріали, закріплені в спеціальних патронах, через які продувається повітря.

Відбірники повітря «Компонент» застосовують для циклічного відбору разових проб АП у поглинальні прилади з метою подальшого визначення концентрацій газоподібних домішок. Тут передбачений автоматичний відбір 32 проб по чотирьох каналах на «Пост-2».

Проте для контролю забруднення повітря найчастіше застосовують процедуру лабораторного аналізу. При лабораторному аналітичному контролі ЗР у повітрі фонових районів, населених пунктів та промислових викидів здебільшого застосовується технологія з розділеними процедурами відбору і виміру показників проб за допомогою універсальних приладів. На їх базі реалізується понад 130 методик вимірів забруднюючих речовин.

Можна навести такі типи цих засобів:

- фотометри і спектрофотометри – 50 % (> 60 методик);

- хроматографи – 20 % (30 методик);
- атомно-абсорбційні спектрометри – 10 % (15 методик);
- потенціометричні прилади – 4 % (5 методик);
- флуориметри і титратори – по 2,5 % (по 3 методики);
- кулометри – 1,5 % (по 2 методики);
- інші (хромато-мас-спектрометри, рентгенофлуоресцентні й електрометричні прилади тощо) – < 1 % (по 1–2 методики).

Наведені дані свідчать, що за допомогою трьох найбільш поширених типів лабораторних вимірвальних приладів (фотометрів, хроматографів й атомно-абсорбційних спектрометрів) можуть вирішуватися приблизно 80 % усіх основних екоаналітичних завдань контролю повітря, що виконуються у лабораторіях.

## **Висновки**

На стаціонарних постах спостереження за забрудненням атмосферного повітря і метеорологічних параметрів проводиться цілорічно в усі сезони незалежно від погодних умов.

Автоматизована система спостереження і контролю призначена для автоматизованого збору, обробки і передачі інформації про рівень забруднення атмосферного повітря. Вона дозволяє у безперервному режимі одержувати дані про концентрацію домішок в атмосфері населених пунктів та в зонах активного забруднення великих промпідприємств.

Для проведення стаціонарних спостережень вітчизняна промисловість випускає стандартні павільйони-пости та лабораторії типу ПОСТ-1 і ПОСТ-2.

На маршрутних та підфакельних постах використовується пересувна лабораторія «Атмосфера», у якій встановлені комплекти приладів і устаткування для відбору проб повітря і проведення метеорологічних вимірів.

Відбір проб повітря супроводжується спостереженням за

напрямок і швидкістю вітру, атмосферним тиском, станом погоди і підстилаючої поверхні.

Відбір проб атмосферного повітря здійснюється спеціальним поглинальним приладом двома методами: аспіраційним або заповнення судин обмеженої ємності. Проби поділяються: на разові і середньодобові.

Спостереження за радіоактивністю атмосферного повітря здійснюється систематично впродовж року один раз або два рази на добу.

При проведенні підфакельних спостережень місце розташування точок відбору проб змінюється залежно від напрямку факела. Радіус проведення спостережень – не менше 10–15 км.

Дані про результати спостережень забруднення атмосферного повітря, про метеорологічні параметри, про результати підфакельних та інших спостережень надходять із стаціонарних і маршрутних постів в один із підрозділів місцевих органів Деожкомгідромету.

Засоби аналітичних вимірів можна розділити на такі три групи: автоматичні і неавтоматичні, стаціонарні і мобільні, аналізатори і сигналізатори.

### **Питання для самоперевірки**

1. Охарактеризуйте компоненти автоматизованої системи спостереження і контролю за атмосферним повітрям.

2. Яке обладнання випускається для проведення стаціонарних спостережень за станом атмосферного повітря?

3. На яких постах використовується пересувна лабораторія «Атмосфера»?

4. Якими методами здійснюється відбір проб атмосферного повітря?

5. Охарактеризуйте умови відбору проб атмосферного повітря.

6. Охарактеризуйте типи хімічних лабораторій для

обробки проб атмосферного повітря.

7. Яким чином вибирається місце розташування точок відбору проб при проведенні підфакельних спостережень?

8. Перелічіть види таблиць спостережень за забрудненням атмосфери.

## **Тема 6 Обстеження стану забруднення атмосфери. Санітарно-гігієнічні нормативи контролю рівня забруднення повітря**

*Зміст теми:*

6.1 Обстеження стану забруднення атмосфери.

6.1.1 Епізодичне обстеження атмосферного повітря.

6.1.2 Комплексне обстеження.

6.2 Критерії санітарно-гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря.

*Ключові слова:* обстеження, епізодичне, комплексне, оперативне, викиди автотранспорту, гранично-допустима концентрація, гранично допустимий викид, індекс забруднення атмосфери.

### **6.1 Обстеження стану забруднення атмосфери**

Обстеження стану забруднення атмосфери в місті чи великому районі організовується для:

1) з'ясування причин високих рівнів концентрації домішок;

2) установлення їх несприятливого впливу на здоров'я населення та навколишнього середовища;

3) розробки заходів щодо охорони атмосферного повітря.

Залежно від цілей розрізняють три види обстеження:

– епізодичне – для орієнтовного оцінювання стану забруднення атмосфери в населеному пункті і при виборі місць для розміщення постів спостереження;

– комплексне – для детального вивчення особливостей і причин забруднення атмосфери, його впливу на здоров'я населення та навколишнього середовища в цілому, а також для розроблення рекомендацій щодо проведення природоохоронних заходів;

– оперативне – для виявлення причин різкого погіршення якості повітря (виконується за спеціальною програмою).

До проведення будь-якого виду обстеження необхідно ознайомитися із загальною фізико-географічною характеристикою району; умовами поширення домішок; основними джерелами забруднення атмосфери, станом забруднення атмосфери. При цьому складається звіт, який має такі розділи:

1. Фізико-географічна характеристика району з зазначенням особливостей рельєфу місцевості в зоні 15–20 км, наявність водних об'єктів, рослинних масивів.

2. Особливості кліматичних умов поширення домішок в атмосфері на основі даних про повторюваність слабких і високих швидкостей вітру, застою повітря, інверсій, коефіцієнтів турбулентності, тривалості туманів, інтенсивності опадів і кількості сумарної радіації.

3. Карта-схема, на яку нанесені основні автомагістралі, залізниці і головні джерела викидів; відомості про викиди шкідливих речовин. Пріоритетний список шкідливих речовин складається за параметром споживання повітря.

4. Оцінювання стану забруднення атмосфери міста й окремих житлових районів за даними регулярних або епізодичних спостережень.

На підставі попереднього вивчення матеріалів по району обстеження складається програма проведення спостережень.

### **6.1.1 Епізодичне обстеження атмосферного повітря**

Епізодичне обстеження організовується при відсутності регулярних спостережень за забрудненням атмосфери. Епізодичне обстеження буває двох видів: на різних відстанях від промислового підприємства та під факелом викидів шкідливих речовин.

Епізодичні обстеження можуть проводитись упродовж 3–5 років або лише впродовж одного року. Експедиція в район

обстеження направляється один раз у 2–3 місяці і проводить там серію обстежень упродовж 10–15 днів з урахуванням необхідності одержаних за рік не менше 200 спостережень за концентрацією кожної домішки, незалежно від кількості точок спостережень. Спостереження проводять за однією із програм, рекомендованих для регулярних спостережень. Можуть бути проведені прискорені спостереження (для визначення добових концентрацій через кожні 2 години). Число точок спостереження має бути не менше двох.

Епізодичне обстеження може бути обмежене лише підфакельними спостереженнями в районі одного із основних джерел забруднення атмосфери не менше ніж у трьох точках під факелом на відстані 0,5; 1; 3 км від межі санітарно-захисної зони і не менше ніж 50 вимірів за кожною специфічною домішкою.

На основі виконаних робіт видається довідка про стан забруднення атмосфери і, за необхідності, рекомендації з організації регулярних спостережень.

### **6.1.2 Комплексне обстеження**

Комплексне обстеження міста або промислового району проводиться з метою виділення районів, схильних до впливу певних джерел забруднення атмосфери, уточнення розподілу по території міста концентрації основних і специфічних шкідливих речовин, спостереження за якими раніше не проводилось, уточнення правильності розрахунку полів концентрацій при розробленні нормативів гранично-допустимих викидів, особливостей переносу шкідливих речовин на великі відстані від джерела викидів і вивчення взаємного впливу окремих промислових центрів на стан промислового району.

Підготовчі заходи із проведення комплексного обстеження повинні включати ознайомлення з фізико-географічною характеристикою району, з основними джерелами забруднення атмосфери, зі станом забруднення атмосфери в різних районах міста.



Після підготовчих заходів складається програма комплексного обстеження, яка містить:

1) перелік підприємств, що підлягають обстеженню; речовин для обстеження, автомагістралей для визначення характеристик руху з вказівкою періоду та частоти обстеження;

2) вивчення метеорологічного режиму та визначення точок спостережень;

3) визначення програми спостережень, встановлення кількості стаціонарних постів та додаткових точок спостережень із нанесенням їх на карту міста, перелік підприємств, у районах яких будуть проводитись підфакельні спостереження;

4) збір медико-біологічних даних щодо визначення впливу забруднення атмосфери на здоров'я населення.

Комплексне обстеження повинно проводитись за розширеною програмою, що включає вимірювання в місті та за його межами, а також на різних висотах за містом, щоб оцінити дальність і висоту поширення шкідливих речовин, їх вплив на зміну концентрацій шкідливих речовин на всій території міста або промислового району.

Комплексне обстеження повинно проводитися спільно декількома організаціями під керівництвом управління гідрометеорології: санітарно-епідеміологічною службою, спеціалізованими НДІ, підприємствами, установами геолого-грунтового профілю, медико-біологічного профілю.

У програмі повинно бути зазначено, які завдання вирішуються кожною організацією. Для координації робіт може бути створена спеціальна комісія. Також у програмі зазначаються терміни підготовки результатів узагальнення й аналізу інформації.

Існуюча мережа пунктів спостережень береться за репер і дозволяє виявити відхилення в концентраціях домішок. У період обстеження мережа постів значно розширюється і ущільнюється (1 стаціонарний пост на 0,5–5 км<sup>2</sup>). Пости розташовуються на перехрестях вулиць, вздовж автомагістралей, на різних відстанях від промислових підприємств або майданчиків згідно

до переважаючого напрямку вітру, у житлових районах різного типу забудови, місцях відпочинку населення, на територіях шкіл і дитячих садків, у характерних формах рельєфу (височинах, западинах), у районі метеостанції. Обрані точки повинні розташовуватись за можливості рівномірно по місту на майданчиках з ґрунтом, що не порохить, на провітрюваних місцях. Доцільно установити 1 стаціонарний пост на відстані 1–3 км від міста з навітряного боку по переважаючому напрямку вітру і на відстані 2–5 км з підвітряного боку. Розподіл міста на частини необхідно проводити за геофізичними (ріки, форми рельєфу), адміністративними або виробничими ознаками залежно від його розмірів і промисловості.

Наприклад, у місті обрано для вивчення 20 постів, п'ять з яких є стаціонарними. Відповідно до розмірів і розташування промислових об'єктів місто ділять на частини, в яких є стаціонарний пост та 4–6 додаткових, на яких спостереження проводяться у червні і грудні, липні і січні, серпні і лютому.

Спостереження повинні проводитися на різних висотах над рівнем землі. При цьому для установки газоаналізаторів і приладів відбору повітря використовуються телевізійні щогли, виконується відбір проб із вертольотів.

*Вимір рівня забруднення атмосфери, обумовленого викидами автотранспорту* проводиться як у комплексі з виміром рівня забруднення атмосфери промисловими підприємствами так і самостійно.

Оцінювання стану забруднення атмосфери на автомагістралях і в прилеглій житловій забудові може бути виконана шляхом визначення концентрації основних компонентів вихлопних газів ( $CO$ ,  $C_nH_m$ ,  $NO_x$ , акролеїну, формальдегіду) і продуктів їх фотохімічних перетворень.

При цьому визначаються максимальні концентрації домішок і періоди їх досягнення при різних метеоумовах та інтенсивності руху автотранспорту; межі зон і характер розподілу домішок по мірі віддалення від автомагістралей;

особливості розподілу транспортних потоків по магістралях міста.

Спостереження проводять в усі дні робочого тижня по півгодина, щогодини з 6 до 13 чи з 14 до 21 години, чергуючи дні з ранковими і вечірніми вимірами, у нічний час спостереження проводяться 1–2 рази на тиждень.

Точки спостережень вибираються на міських вулицях з інтенсивним рухом, у місцях гальмування автомобілів, у місцях скупчення забруднюючих речовин за рахунок слабого розсіювання (під мостами, шляхопроводами, у тунелях, на вузьких ділянках вулиць і доріг із багатоповерховою забудовою), на перехрестях двох і більше вулиць з інтенсивним рухом транспорту. У кварталах суцільної забудови міста пункти спостережень розміщуються у центрі внутрішньоквартального простору.

Місця для розміщення приладів вибирається таким чином: на тротуарі, на середині розділової смуги, за межами тротуарів – на відстані половини ширини проїжджої частини одностороннього руху. Пункт найбільш віддалений від автомагістралі, повинен бути не менше ніж у 0,5 м від стіни будинку. На вулицях, що перетинають основну магістраль, пункти спостереження розміщуються на краях тротуарів і на відстанях, що перевищують ширину магістралі в 0,5; 2 і 3 рази.

Інтенсивність руху визначається шляхом обліку числа транспортних засобів, що поділяються на 5 основних категорій: легкові, вантажні, автобуси, дизельні автомобілі і автобуси, мотоцикли, – щодня впродовж 2–3 тижнів у період з 5–6 годин до 21–23 годин, а на транзитних автомагістралях – упродовж доби. Підрахунок кількості транспортних одиниць – упродовж 20 хв. Кожної години, а в 2–3 годинні періоди найбільшої інтенсивності руху транспорту – кожні 20 хв. За результатами спостережень визначають середні значення інтенсивності руху автотранспорту впродовж доби (або за окремі години) у кожній із точок спостереження.

## **6.2 Критерії санітарно-гігієнічного оцінювання якості атмосферного повітря**

Нормування хімічних елементів і сполук у природних біоценозах ґрунтується на санітарно-гігієнічних принципах і нормах. Ці принципи є базою при встановленні гранично-допустимих концентрацій ЗР в атмосферному повітрі. Основною метою санітарно-гігієнічного нормування є вивчення умов впливу шкідливих речовин на організм людини й обґрунтування меж інтенсивності та тривалості їх дії, при яких хімічні елементи і сполуки ще безпечні для організму. Обґрунтуванню гігієнічних нормативів завжди передують багатопланові комплексні дослідження на лабораторних тваринах, а у випадку оцінювання ольфакторних реакцій організму на дію забруднюючих речовин – і на добровольцях.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це максимальна концентрація даної домішки в атмосферному повітрі, віднесена до визначеного часу осереднення, яка при періодичній дії чи дії впродовж усього життя людини не чинить і не може чинити на її здоров'я шкідливого впливу (включаючи віддалені наслідки).

ГДК хімічних сполук, які забруднюють атмосферне повітря, розроблені для більш ніж 2500 видів елементів, сполук і їх з'єднань, більш ніж для 250 хімічних сполук при їх ізольованій дії й наведена характеристика комбінованого впливу 43 сумішей.

Останнім часом при визначенні ГДК враховується не лише міра впливу забруднювачів на здоров'я людини, а й їх вплив на тварин, рослини, гриби, мікроорганізми, а також на природні співтовариства в цілому. Якщо речовина надає шкідливого впливу НС у менших концентраціях, ніж людині, то при нормуванні виходять із порога дії цієї речовини на НС (біологічні нормативи).

Останні дослідження привели до висновку про відсутність нижніх безпечних порогів (ГДК) при впливі канцерогенів. Будь-

яке перевищення природних фонових рівнів небезпечно для живих організмів у ланцюгу поколінь.

ГДК поділяють на максимально разові (відбір проби впродовж 20–30 хв.) та середньодобові (24-годинні).

Максимально разові (ГДК<sub>мр</sub>) встановлюються для попередження рефлекторних реакцій людини (відчуття запаху, світлочутливість) і не викликає змін біоелектричної активності головного мозку.

Середньодобові (ГДК<sub>сд</sub>) – встановлюються з метою попередження загально токсичної, мутагенної, канцерогенної та іншої дії. Відносяться до необмеженого періоду осереднення.

Якщо для речовини не розроблені ГДК, то впроваджується ОБРД (орієнтовно безпечний рівень діяння) або ТДК<sub>рз</sub> – тимчасова допустима концентрація терміном на 2 роки; ЛК<sub>50</sub> і ЛК<sub>100</sub> летальна концентрація, що викликає при диханні загибель 50 % та 100 % тварин (миші – 2 год, пацюки – 4 год).

Для нормування атмосферного повітря розроблено чотири класи небезпеки шкідливих речовин:

1. *Надзвичайно небезпечні* (бенз(а)пірен, свинець, сполуки ртуті і хрому та ін.)

2. *Високонебезпечні* (сірчана кислота, сірководень, кофеїн, феноли та ін.)

3. *Помірно небезпечні* (діоксид сірки, тютюн, пил, сажа, ацетон та ін.)

4. *Малонебезпечні* (оксид вуглецю, аміак, нафталін, ацетон та ін.)

Ці класи розроблені для умов безперервного вдихання речовин без зміни їх концентрації в часі. У реальних умовах можливі значні збільшення концентрацій домішок, що можуть призвести в короткий інтервал часу до різкого погіршення стану людини.

У місцях, де розміщені курорти, на територіях санаторіїв, будинків відпочинку й у зонах відпочинку міст із населенням більше 200 тис. чоловік концентрації домішок в атмосферному повітрі не повинні перевищувати 0,8 ГДК.

Гігієнічні нормативи ГДК ЗР в атмосферному повітрі є науковою основою санітарного контролю якості повітряного басейну населених місць. ГДК покладені також в основу встановлення величин *гранично допустимих викидів* (ГДВ), які потрібні для забезпечення на практиці дотримання вимог гігієнічних нормативів. ГДВ встановлюються для кожного стаціонарного джерела викидів на рівні, при якому ці викиди не призведуть до перевищення ГДК відповідних речовин в атмосферному повітрі. Проте норми ГДВ порівняно з ГДК вважаються другорядними. Як правило, там, де їх дотримання потребує істотних капіталовитрат, застосовують *нормативи тимчасово узгоджених викидів* (ТУВ).

Для контролю рівня забруднення повітря конкретною речовиною використовують відношення величини її фактичної концентрації до її нормативу (ГДК), тобто коефіцієнт забруднення  $K = C / \text{ГДК}$ .

Безпечний стан забезпечується виконанням санітарно-гігієнічної вимоги

$$K \leq 1; C \leq \text{ГДК}. \quad (1)$$

Якщо фактичний рівень вмісту окремої домішки не перевищує її нормативу ( $C \leq \text{ГДК}$ ), то значення показника  $K$  береться, що дорівнює 1 (тобто  $K = 1$ ). В інших випадках він дорівнює кратності перевищення ГДК (тобто  $K = C / \text{ГДК}$ ).

Цей показник обчислюють для всіх ЗР. Коли в повітрі знаходиться суміш із речовин, що має властивість ефекту сумачії дії кожної із них (адитивність), то сума їх концентрацій, поділена на ГДК, не повинна перевищувати одиниці, тобто

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n = K_i \leq 1,0. \quad (2)$$

До груп шкідливих речовин, що мають ефект сумачії їх дії, відносять, як правило, близькі за хімічною будовою і характером впливу на організм людини. Наприклад, діоксид сірки й аерозоль сірчаної кислоти; діоксид сірки і сірководень; діоксид сірки і діоксид азоту; діоксид сірки і фенол; діоксид сірки і фтористий водень; діоксид і триоксид сірки, аміак, оксиди азоту; діоксид сірки, оксид вуглецю, фенол і пил

конверторного виробництва. Разом із тим багато речовин при одночасній наявності в атмосферному повітрі не мають властивості сумачії їх дії. Більш того, вони можуть мати властивість посилення або ж послаблення ефекту їх спільної дії.

При наявності у досліджуваній компоненті природного середовища (повітрі, водному середовищі тощо) одночасно суміші кількох ( $N$ ) речовин, яким притаманний ефект незалежної дії, показник (індекс) забруднення повітря розраховується лише для тих ( $N_I$ ) речовин цієї суміші, для яких коефіцієнт забруднення  $K > 1$ . Величина цього індекса дорівнює

$$I_e = 1 + \sum (K_i - 1); i = 1, N_I; N_I \leq N, \quad (3)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт забруднення даної компоненти середовища для  $i$ -ї домішки;

$N_I$  – кількість речовин, які одночасно сумісно наявні у цьому середовищі для яких  $K_i > 1$ .

Для того, щоб визначити стан забруднення повітря декількома речовинами, що діють одночасно, часто використовують комплексний показник — індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Для його розрахунку, поділені на відповідні значення ГДК, середні концентрації домішок за допомогою коефіцієнтів приводять до концентрації двоокису сірки, а одержані значення додають. Одержаний таким чином показник ІЗА вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує ГДК двоокису сірки.

Для кожного населеного пункту визначено конкретний перелік п'яти пріоритетних домішок, за якими розраховується ІЗА.

$$ІЗА = \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{k_i},$$

де  $C_i$  – середньодобова концентрація речовини;

$k_i$  – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості речовини до шкідливості сірчистого газу. Для речовин першого класу небезпеки  $k_i = 1,5$ ; другого класу  $k_i = 1,3$ ; третього класу  $k_i = 1$ ; четвертого класу  $k_i = 0,85$ .

ІЗА має чотири рівні: дуже високий – понад 14,0; високий – від 7,0 до 14,0; підвищений – від 5,0 до 7,0; низький – менше 5,0.

## **Висновки**

Обстеження стану забруднення атмосфери в місті чи великому районі організовується для:

- 1) з'ясування причин високих рівнів концентрації домішок;
- 2) установлення їхнього несприятливого впливу на здоров'я населення та навколишнього середовища;
- 3) розроблення заходів щодо охорони атмосферного повітря.

Залежно від цілей розрізняють три види обстеження: епізодичне, комплексне, оперативне.

Епізодичне обстеження організовується при відсутності регулярних спостережень за забрудненням атмосфери. Епізодичне обстеження буває двох видів: на різних відстанях від промислового підприємства та під факелом викидів шкідливих речовин.

Комплексне обстеження міста або промислового району проводиться з метою виділення районів, схильних до впливу певних джерел забруднення атмосфери, уточнення розподілу по території міста концентрації основних і специфічних шкідливих речовин, спостереження, за якими раніше не проводилось, уточнення правильності розрахунку полів концентрацій при розробленні нормативів граничнодопустимих викидів, особливостей переносу шкідливих речовин на великі відстані від джерела викидів і вивчення взаємного впливу окремих промислових центрів на стан промислового району.

У період обстеження мережа постів значно розширюється і ущільнюється.

Оцінка стану забруднення атмосфери на автомагістралях і в прилягаючій житловій забудові може бути виконана шляхом



визначення концентрації основних компонентів вихлопних газів і продуктів їх фотохімічних перетворень.

Нормування хімічних елементів і сполук у природних біоценозах ґрунтується на санітарно-гігієнічних принципах і нормах.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це максимальна концентрація даної домішки в атмосферному повітрі, віднесена до визначеного часу осереднення, яка при періодичній дії чи дії впродовж усього життя людини не чинить і не може чинити на її здоров'я шкідливого впливу (включаючи віддалені наслідки).

ГДК поділяють на максимально разові та середньодобові.

Для нормування атмосферного повітря розроблено чотири класи небезпеки шкідливих речовин: надзвичайно небезпечні, високо небезпечні, помірно небезпечні, мало небезпечні.

Для контролю рівня забруднення повітря конкретною речовиною використовують відношення величини її фактичної концентрації до її нормативу (ГДК), тобто коефіцієнт забруднення  $K = C / \text{ГДК}$ .

Для того, щоб визначити стан забруднення повітря декількома речовинами, що діють одночасно, часто використовують комплексний показник – індекс забруднення атмосфери (ІЗА).

### **Питання для самоперевірки**

1. Назвіть завдання, які вирішуються при обстеженні стану забруднення атмосферного повітря в місті чи великому районі.

2. Назвіть види обстеження атмосферного повітря залежно від цілей.

3. В яких випадках проводиться епізодичне обстеження атмосферного повітря?

4. Сформулюйте цілі комплексного обстеження атмосферного повітря міста або промислового району.

5. Як змінюється мережа постів спостереження при комплексному обстеженні атмосферного повітря міста або промислового району.

6. Яким чином проводиться вимір рівня забруднення атмосфери, обумовленого викидами автотранспорту?

7. Яким критерієм характеризується безпечний стан атмосферного повітря?

8. Дайте визначення індексу забруднення атмосфери (ІЗА) та наведіть формулу для його визначення.

## **Тема 7 Організація моніторингу поверхневих вод суші**

*Зміст теми:*

7.1 Здійснення моніторингу вод.

7.1.1 Державний водний кадастр.

7.2 Правові засади державного моніторингу вод.

7.2.1 Порядок здійснення державного моніторингу вод.

*Ключові слова:* моніторинг вод, закон, положення, кадастр, суб'єкти моніторингу, об'єкти моніторингу.

### **7.1 Здійснення моніторингу вод**

Проблема водних ресурсів актуальна для нашої країни, так як питання водозабезпечення населення і галузей економіки залежить від екологічного стану річок і водойм. Сучасна щорічна потреба населення та галузей економіки у водних ресурсах становить близько 15 млрд м<sup>3</sup>. Основними причинами забруднення поверхневих вод є скид забруднених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації; надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води з забудованих територій та сільгоспугідь, а також ерозія ґрунтів на водозабірній площі. Наведені факти обумовлюють необхідність створення системи моніторингу вод.

Про актуальність даної проблеми на глобальному рівні є те, що складовою частиною глобальної системи моніторингу навколишнього середовища є програма щодо проблем водних ресурсів – ГСМНС/(вода). Відповідно до цієї програми працюють: Програма з навколишнього середовища (ЮНЕП), Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Всесвітня метеорологічна організація (ВМО) і Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО).

Завданнями програми ГСМНС/(вода) є:

– моніторинг поширення і трансформації забруднюючих

речовин у водному середовищі;

- оповіщення про серйозні порушення стану водних об'єктів;

- нагадування урядам про необхідність прийняття заходів щодо охорони, відновлення і поліпшення водного середовища.

У розрізі ГСМНС у 1972 р. у нашій країні була створена державна служба спостережень і контролю стану поверхневих вод суші. Її організаційна структура будувалася за ієрархічним принципом: первинний пункт спостережень → регіональний пункт спостереження і збору даних → головний центр збору і аналізу інформації. Служба мала три рівні: станції спостережень первинних пунктів; територіальні та регіональні центри та центри вищого рівня Гідрометеоцентру й інших головних центрів (НДІ). Інформація цієї служби в обробленому і систематизованому вигляді була представлена в кадастрових виданнях, наприклад, «Щорічні дані про склад і якість поверхневих вод суші».

Починаючи з 1960 року, на території України діють 11 басейнових управлінь і 27 спеціальних гідрохімічних лабораторій, які підпорядковані Держкомгідромету і контролюють рівень забруднення поверхневих вод. Сучасна гідрологічна мережа України налічує 374 пости, з яких на 339 вимірюють витрати води, а на 119 – вивчають твердий стік. Озерна мережа налічує 60 постів. Програми спостережень на гідрологічних станціях і постах регламентовані нормативними документами, які підготовлені ще Державним гідрологічним інститутом (тепер Російський гідрологічний інститут).

Основний обсяг робіт із моніторингу річок виконують пункти спостережень гідрометеослужби, де виконують дослідження гідрометричних і гідрологічних характеристик водостоків та водойм, а також визначають гідрохімічні та гідробіологічні показники якості поверхневих вод. Ці пункти розділено за 10 річковими басейнами України. Найбільше пунктів спостережень за кількісними та якісними показниками розташовано в басейні Дніпра, розвинена мережа спостережень

в басейнах Дунаю та Дністра.

Основою розміщення гідрологічних пунктів спостережень є принцип одержання основних характеристик (з визначеною точністю) водного режиму – рівня води і річкового стоку. Кількість і щільність розташування пунктів спостережень визначають за природно-кліматичними чинниками, а також за запитами народного господарства і служби прогнозів. Здебільшого пости виконують спостереження у терміни 51–100 років, деякі у терміни — 31–50 років:

- від 1 до 10 років – 2;
- від 11 до 30 років – 27;
- від 31 до 50 років – 51;
- від 51 до 100 років – 243;
- понад 100 років – 40.

### **7.1.1 Державний водний кадастр**

Інформація про стан водних об'єктів представлена в державному водному кадастрі.

**Державний водний кадастр (ДВК)** – це систематизоване зведення даних про водні ресурси країни. Він включає кількісні і якісні показники, дані реєстрації водокористувачів та обліку використання водних ресурсів. Ведення ДВК передбачене «Водним законодавством України». Його роботу регламентує «Порядок ведення державного водного кадастру», затверджений постановою КМУ № 269 від 29.02.96 р. (зі змінами 2013 року).

Державний водний кадастр складається з метою систематизації даних державного обліку вод та визначення наявних для використання водних ресурсів.

Державний водний кадастр являє собою систематизований звід відомостей про: поверхневі, підземні, внутрішні морські води та територіальне море (далі – водні об'єкти); обсяги, режим, якість і використання вод (водних об'єктів); водокористувачів (крім вторинних).

До державного водного кадастру включаються також відомості про водогосподарські об'єкти, що забезпечують використання води, очищення та скид зворотних вод, а саме: споруди для акумуляції та регулювання поверхневих і підземних вод; споруди для забору та транспортування води; споруди для скиду зворотних вод; споруди, на яких здійснюється очищення зворотних вод (з оцінювання їх ефективності).

Державний водний кадастр складається з трьох розділів: поверхневі води, підземні води, водокористування.

Державний водний кадастр включає дані державного обліку поверхневих і підземних вод, державного обліку артезіанських свердловин та державного обліку водокористування, які систематизуються за водними об'єктами та їх ділянками, водозбірними басейнами річок та морів, басейнами підземних вод, водогосподарськими ділянками, економічними районами, адміністративно-територіальними одиницями і в цілому в Україні.

Державний водний кадастр ведеться:

- ДСНС за розділом «Поверхневі води»;
- Держгеонадра за розділом «Підземні води»;
- Держводагентством за розділом «Водокористування».

Дані Державного водного кадастру використовуються для: поточного і перспективного планування використання вод та здійснення водоохоронних заходів; розміщення виробничих сил на території країни; складання схем комплексного використання та охорони вод і водогосподарських балансів; проектування водогосподарських, транспортних, промислових та інших підприємств і споруд, пов'язаних із використанням вод; прогнозування змін гідрологічних і гідрогеологічних умов, водності річок та якості вод; розроблення заходів щодо підвищення ефективності роботи водогосподарських систем; нормування водоспоживання і водовідведення, а також показників якості вод; розроблення заходів щодо запобігання шкідливій дії вод та ліквідації її наслідків; здійснення державного контролю за проведенням заходів для раціонального

використання та охорони вод; регулювання взаємовідносин між водокористувачами, а також між водокористувачами та іншими підприємствами, організаціями і установами; вирішення інших питань, пов'язаних з обліком та використанням вод.

## **7.2 Правові засади державного моніторингу вод**

Правові засади щодо діяльності системи державного моніторингу вод (ДМВ) України викладені в державних законодавчих документах: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»; Водний кодекс України; «Положення про державну систему моніторингу довкілля»; «Порядок здійснення державного моніторингу вод», затверджений постановою КМУ № 815 від 20.07.96 р. (зі змінами 2013 р.), Єдине міжвідомче керівництво з організації та здійснення державного моніторингу вод.

### **7.2.1 Порядок здійснення державного моніторингу вод**

Державний моніторинг водного середовища України здійснюється згідно з «Порядком здійснення державного моніторингу вод». Цей документ встановлює основні вимоги до організації державного моніторингу вод, до взаємодії міністерств і відомств під час його проведення, до забезпечення органів державної виконавчої влади інформацією для прийняття рішень, пов'язаних із станом водного фонду України. Загальні положення щодо моніторингу водного середовища зводяться до таких.

*Моніторинг поверхневих вод* – це система послідовних періодичних спостережень, збору та обробки інформації про стан водних об'єктів, прогнозування можливих змін якості води та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо покращення стану відкритих водних об'єктів.

Державний моніторинг вод здійснюється з **метою** забезпечення збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про стан вод, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів. Державний моніторинг вод є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища України. Державний моніторинг вод здійснюється за предметними **напрямами** кількості та якості вод.

До об'єктів державного моніторингу вод належать:

1) поверхневі води: природні водойми (озера), водотоки (річки, струмки); штучні водойми (водосховища, ставки), канали та ін.;

2) підземні води та джерела;

3) внутрішні морські води та територіальне море; виключна (морська) економічна зона України;

4) джерела забруднення вод, включаючи зворотні води, аварійні скидання рідких продуктів і відходів, втрати продуктів і матеріалів при видобуванні корисних копалин, води поверхневого стоку із сільськогосподарських угідь, фільтрацію забруднюючих речовин із технологічних водойм та сховищ, масовий розвиток синьо-зелених водоростей;

5) надходження шкідливих речовин із донних відкладів (вторинне забруднення) та інші джерела забруднення, щодо яких можуть здійснюватися спостереження.

До **суб'єктів** державного моніторингу вод належать Мінприроди, Мінрегіон, ДАЗВ (у зоні відчуження і відселення частини зони безумовного (обов'язкового) відселення), а також ДСНС, Держсанепідслужба, Держводагентство, Київська та Севастопольська міські держадміністрації, органи виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища та з питань водного господарства.



ДКА забезпечує суб'єктів державного моніторингу вод наявною архівною та оперативною аерокосмічною інформацією дистанційного зондування Землі на території України.

**Результатом** здійснення державного моніторингу вод є інформація, у тому числі: первинна інформація (дані спостережень), яку одержують суб'єкти державного моніторингу вод внаслідок спостережень; узагальнені дані, що стосуються певного проміжку часу або певної території; індекси і комплексні показники, одержані внаслідок узагальнення за параметрами; оцінювання стану вод та джерел негативного впливу на нього; прогнози стану вод і його змін; науково обґрунтовані рекомендації, необхідні для прийняття рішень. Водокористувачі, які згідно із законодавством зобов'язані вести спостереження за якістю і кількістю скинутих у водні об'єкти зворотних вод і забруднюючих речовин, а також за станом водних об'єктів у місцях скидів (крім підприємств водопровідно-каналізаційного господарства), не належать до суб'єктів державного моніторингу вод. Їх інформація визнається як допоміжна порівняно з інформацією суб'єктів державного моніторингу вод і включається до складу офіційної лише після перевірки та підтвердження її ймовірності суб'єктами державного моніторингу вод.

Для здійснення державного моніторингу вод суб'єктами державного моніторингу вод розробляються національні, регіональні, відомчі та локальні програми моніторингу вод, в яких визначаються мережі пунктів, показники і режими спостережень для водних об'єктів та джерел забруднення вод, регламенти передавання, оброблення та використання інформації.

Відповідно до **призначення** державний моніторинг вод поділяється на:

- **фоновий моніторинг**, що здійснюється на водних об'єктах у місцях мінімального опосередненого антропогенного навантаження;

- **загальний моніторинг**, що складається з моніторингу на державній мережі пунктів спостережень, моніторингу антропогенного впливу на водні об'єкти, моніторингу водних об'єктів у місцях їх використання та спеціальних видів моніторингу;
- **кризовий моніторинг**, що здійснюється у зонах підвищеного ризику та у зонах впливу аварій і надзвичайних ситуацій.

**Фоновий моніторинг** здійснюється з метою одержання інформації для оцінювання і прогнозування змін стану водних об'єктів внаслідок промислової та господарської діяльності. Фоновий моніторинг здійснює Мінприроди, ДСНС, а підземних вод – Держгеонадра.

**Загальний моніторинг** здійснюється з метою виявлення фактичного стану водних об'єктів, вироблення та прийняття рішень з ефективного використання, охорони та відтворення водних ресурсів. Моніторинг на державній мережі пунктів спостережень здійснюють для поверхневих вод – Держкомгідромет, для підземних вод – Держкомгеології.

*Моніторинг антропогенного впливу* на водні об'єкти здійснюється шляхом проведення систематичних спостережень за джерелами забруднення вод та якісним станом водних об'єктів у місцях впливу цих джерел. Моніторинг антропогенного впливу здійснюють Мінекобезпеки, Держкомгідромет і підприємства водопровідно-каналізаційного господарства, а впливу на підземні води – Держкомгеології.

*Моніторинг водних об'єктів у місцях їх використання* здійснюється для господарських і культурно-побутових потреб, забору питної та технічної води, рекреації тощо. З метою визначення придатності води до використання Держводгосп здійснює моніторинг якості води водних об'єктів у районах водозаборів комплексного призначення, систем водогосподарського міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання за радіологічними і хімічними показниками. Моніторинг дотримання санітарних норм хімічних, бак-

теріологічних і радіологічних показників водних об'єктів, які використовуються для питних і культурно-побутових потреб, здійснює державна санітарно-епідеміологічна служба МОЗ. З метою одержання систематичної інформації про якість води Держводгосп та підприємства водопровідно-каналізаційного господарства (після споруд водопідготовки) здійснюють моніторинг якості води в районах питних водозаборів за хімічними і біологічними показниками.

*Спеціальні види моніторингу вод* включають спостереження на озерах і водосховищах з науковою метою, для охорони водних екосистем та виконання зобов'язань, що випливають із міжнародних договорів України.

Моніторинг озер і водосховищ включає моніторинг антропогенного впливу на них і спостереження за переформуванням берегів та гідрогеологічним режимом прибережних територій. Моніторинг озер і водосховищ здійснюють Держводгосп і Держкомгідромет. Моніторинг охорони водних екосистем здійснює Мінекобезпеки.

*Моніторинг транскордонного перенесення забруднюючих речовин* здійснюють Держкомгідромет і Мінекобезпеки.

**Кризовий моніторинг водних об'єктів** здійснюється шляхом систематичних, частіших і додаткових спостережень за кількісними і якісними параметрами водних об'єктів у зонах підвищеного ризику як на стаціонарній державній мережі пунктів спостережень, так і на тимчасовій мережі, що встановлюється під час виникнення несанкціонованих і аварійних забруднень чи стихійного лиха з метою оповіщення та для розроблення оперативних заходів щодо ліквідації їх наслідків та захисту населення, екосистем і власності.

Кризовий моніторинг здійснюють:

- за витратами та рівнем води водних об'єктів під час загрози чи виникнення значних паводків і повеней та на морських гирлових ділянках річок;
- за гідрометеорологічними параметрами, гідрохімічними і гідробіологічними показниками якості вод на державній мережі

пунктів спостережень – Держкомгідромет;

– за рівнями забрудненості вод у зонах підвищеного ризику та у районах об'єктів, що стали причиною несанкціонованого скиду чи аварійного забруднення – Мінекобезпеки;

– за рівнями забрудненості підземних вод (якщо надзвичайна екоситуація може вплинути на їх якість) – Держкомгеології;

– за рівнями забрудненості поверхневих вод у районах водозаборів у зоні впливу аварійних забруднень та додатково у місцях, які забезпечують інформацію для прогнозування поширення аварійних забруднень – Держводгосп;

– за рівнями забрудненості вод у районах водозаборів, що знаходяться в зоні впливу аварії, стихійного лиха, катастрофи – державна санітарно-епідеміологічна служба МОЗ.

Суб'єкти ДМВ зобов'язані безтерміново зберігати первинну інформацію про стан вод і безкоштовно надавати дані спостережень, а також розрахункову інформацію на запит інших суб'єктів державного моніторингу та державних органів згідно з програмами моніторингу вод.

Прогнозування стану водних об'єктів та його змін здійснюється шляхом математичного моделювання кількісних і якісних показників води цих об'єктів з метою розроблення рекомендацій щодо здійснення заходів для запобігання можливим негативним змінам та поліпшення існуючого стану цих об'єктів.

Прогнозування змін стану водних об'єктів здійснюють Мінекобезпеки, Держкомгідромет, Держводгосп, Держкомгідромет, Держкомгеології.

Суб'єкти ДМВ проводять спостереження за програмами моніторингу вод і подають Мінекобезпеки інформацію:

- на національному рівні - відповідно до порядку і періодичності, визначених у Постанові Ради Міністрів УРСР від 28.04.90 р. № 100 «Про порядок і періодичність обнародування відомостей про екологічну, в тому числі радіаційну обстановку та стан захворюваності населення»;

– на регіональному рівні – у такому порядку:

а) дані спостережень поверхневих вод за фізичними та хімічними показниками – щомісячно;

б) узагальнені дані, індекси і комплексні показники для поверхневих, підземних та морських вод за минулий рік – до 15 березня наступного року.

Щорічно Мінекобезпеки і його органи на місцях готують узагальнене оцінювання стану вод та прогнози його змін, а також рекомендації, необхідні для прийняття рішень, і подають їх відповідним органам державної виконавчої влади у вигляді розділів до національної (на державному рівні) або регіональної (на регіональному рівні) доповідей про стан довкілля в Україні.

Спостереження за станом водного об'єкта здійснюються відповідно до загального переліку показників, до якого входять:

– показники кількості водних ресурсів та їх зміни;

– показники якості вод і нормативів екологічної безпеки водокористування, санітарні норми, рибогосподарські нормативи;

– екологічний норматив і категорії якості води водних об'єктів.

Спостереження за джерелами негативного впливу на екологічний стан водних об'єктів здійснюються відповідно до загального переліку показників, до якого входять:

– показники використання водних ресурсів, включаючи забір води та скидання зворотної води до водних об'єктів;

– показники, що використовуються під час встановлення нормативів гранично допустимого скидання;

– показник рівня токсичності зворотних вод;

– показники стану ґрунтових вод у межах впливу полігонів захоронення твердих побутових відходів;

– інші показники негативного впливу на водні об'єкти.

Під час здійснення моніторингу вод визначаються переліки пріоритетних показників стану водних об'єктів та показників негативного впливу, які в міру потреби коригуються Міжвідомчою комісією ведення державного моніторингу вод.

Фінансування ДМВ здійснюється за рахунок коштів, передбачених для цієї мети в державному бюджеті, позабюджетних коштів та інших джерел фінансування. Пропозиції про щорічні обсяги фінансування готуються суб'єктами ДМВ, погоджуються з Мінекобезпеки і подаються Мінфіну в установленому порядку.

На виконання законодавчих актів в Україні створена мережа станцій моніторингу.

Держводагентство здійснює моніторинг якості поверхневих вод майже у 500 створах.

Державна гідрометеорологічна служба (МНС) проводить моніторинг гідрохімічного стану вод на 151 водному об'єкті, а також здійснює гідробіологічні спостереження на 45 водних об'єктах. Одержуються дані за 46 параметрами, що дають можливість оцінити хімічний склад вод, біогенні параметри, наявність зважених часток та органічних речовин, основних забруднюючих речовин, важких металів та пестицидів. На 8 водних об'єктах проводяться спостереження за хронічною токсичністю води. Визначаються показники радіоактивного забруднення поверхневих вод.

Державна екологічна інспекція (Мінприроди) відбирає проби води та одержує дані за 60 вимірюваними параметрами.

Державний комітет по водному господарству проводить контроль якості води за фізичними та хімічними показниками здійснюється на 72 водосховищах, 164 річках, 14 зрошувальних системах, 1 лимані та 5 каналах комплексного призначення. Крім того, у рамках радіаційного моніторингу вод водогосподарськими організаціями здійснюється контроль вмісту радіонуклідів у поверхневих водах.

Підприємствами Державної геологічної служби (Мінприроди) здійснюється моніторинг стану підземних вод за 22 параметрами, в тому числі концентрації важких металів та пестицидів.

На виконання зобов'язань України згідно із чинними міжурядовими угодами із сусідніми країнами про спільне

використання та охорону транскордонних вод організації Держводагентства та Державної гідрометеорологічної служби МНС забезпечують моніторинг водних об'єктів у транскордонних створах річок басейнів Дніпра, Десни, Сіверського Донця, Дунаю, Тиси, Дністра, Західного Бугу.

Держводагентство як суб'єкт державної системи моніторингу довкілля здійснювало контроль за якістю поверхневих вод та меліорованих земель. Державний моніторинг якості поверхневих вод проводився за басейновим принципом згідно з «Програмою державного моніторингу довкілля в частині здійснення Держводагентством контролю за якістю поверхневих вод.

## **Висновки**

Складовою частиною глобальної системи моніторингу навколишнього середовища є програма щодо проблем водних ресурсів – ГСМНС/(вода).

У розрізі ГСМНС у 1972 р. у нашій країні була створена державна служба спостережень і контролю стану поверхневих вод суші.

Державний водний кадастр – це систематизоване зведення даних про водні ресурси країни. Він складається з трьох розділів: поверхневі води, підземні води, водокористування.

Правові засади щодо діяльності системи державного моніторингу вод України викладені в Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища»; «Положенні про державну систему моніторингу довкілля»; «Порядку здійснення державного моніторингу вод».

«Порядок здійснення державного моніторингу вод» встановлює основні вимоги до організації державного моніторингу вод, до взаємодії міністерств і відомств під час його проведення, до забезпечення органів державної виконавчої влади інформацією для прийняття рішень, пов'язаних із станом водного фонду України.

Державний моніторинг вод здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про стан вод, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів.

До об'єктів державного моніторингу вод належать поверхневі води, підземні води та джерела, внутрішні морські води та територіальне море, виключно (морська) економічна зона України, джерела забруднення вод, надходження шкідливих речовин із донних відкладів та інші джерела забруднення, щодо яких можуть здійснюватися спостереження.

До суб'єктів державного моніторингу вод належать Мінприроди, Мінрегіон, а також ДСНС, Держсанепідслужба, Держводагентство, Київська та Севастопольська міські держадміністрації, органи виконавчої влади Автономної Республіки Крим із питань охорони навколишнього природного середовища та з питань водного господарства, ДКА.

Водокористувачі зобов'язані вести спостереження за якістю і кількістю скинутих у водні об'єкти зворотних вод і забруднюючих речовин, а також за станом водних об'єктів у місцях скидів .

Відповідно до призначення державний моніторинг вод поділяється на фоновий моніторинг, загальний моніторинг, кризовий моніторинг.

Фінансування ДМВ здійснюється за рахунок коштів, передбачених для цієї мети в державному бюджеті, позабюджетних коштів та інших джерел фінансування.

## **Питання для самоперевірки**

1. Охарактеризуйте актуальність створення системи моніторингу вод.
2. Склад та призначення Державного водного кадастру.



3. Перелічіть законодавчі акти в галузі державної системи моніторингу поверхневих вод.
4. Дайте визначення поняттю «моніторинг вод», сформулюйте мету та задачі моніторингу вод.
5. Наведіть класифікацію державного моніторингу вод за призначенням.
6. Перелічіть об'єкти та суб'єкти державного моніторингу вод.
7. Фоновий моніторинг вод, призначення, суб'єкти.
8. Загальний моніторинг вод, призначення, види, суб'єкти.
9. Кризовий моніторинг вод, призначення, суб'єкти.
10. Яким чином здійснюється фінансування діяльності системи державного моніторингу вод?
11. Яка звітність надається за результатами моніторингу вод.
12. Перелічіть показники, за якими проводять спостереження за водними об'єктами.

## **Тема 8 Організація мережі пунктів спостережень за поверхневими водними об'єктами**

*Зміст теми:*

- 8.1 Вимоги щодо створення мережі спостережень за поверхневими водними об'єктами.
- 8.2 Пункти спостережень за поверхневими водами.
- 8.3 Програми спостережень за якістю води.

*Ключові слова:* мережа спостережень, пункт спостережень, створ, вертикаль, горизонт, програми спостережень, гідрохімічні показники, гідробіологічні показники, гідрологічні показники.

### **8.1 Вимоги щодо створення мережі спостережень за поверхневими водними об'єктами**

Для проведення моніторингу вод суші організують:

- стаціонарну мережу пунктів спостережень за природним складом і забрудненням поверхневих вод;
- спеціалізовану мережу пунктів для вирішення науково-дослідних завдань;
- тимчасові (експедиційні) мережі пунктів.

Характер часових і просторових змін концентрацій шкідливих речовин у водному середовищі визначається великою кількістю різних факторів. Знання закономірностей формування зони забруднення та тенденцій її змін є умовою для забезпечення необхідної якості вод. Основою для виявлення закономірностей служать дані спостережень за забрудненням водного басейну. Від своєчасності, достовірності та якості даних спостережень залежить ефективність природоохоронної діяльності в цілому і водоохоронних заходів зокрема.

В основі організації і проведення спостережень за якістю поверхневих вод лежать такі принципи: комплексність і систематичність спостережень, погодженість термінів їх проведення з характерними гідрологічними ситуаціями,

визначення показників якості води єдиними методами. Дотримання цих принципів досягається встановленням програм контролю (фізичних, хімічних, гідробіологічних і гідрологічних показників) та періодичністю проведення контролю, виконанням аналізу проб води за єдиною методикою, що забезпечує необхідну точність.

Мережа пунктів спостережень повинна охоплювати територію досліджуваного басейну у просторі і часі.

У просторі:

– за можливості усі водні об'єкти, розташовані на території досліджуваного басейну;

– усю довжину водотоку з визначенням впливу найбільш великих його приток і джерел скидання стічних вод у нього;

– усю акваторію водойми з визначенням впливу на неї найбільш великих приток і джерел скидання в неї стічних вод.

У часі:

– усі фази гідрологічного режиму (весняну повідь, літню межень, літні й осінні дощові паводки, льодостав, зимову межень);

– різні за водністю роки (багатоводні, середні і маловодні);

– добові зміни хімічного складу води;

– катастрофічні скидання стічних вод у водні об'єкти.

## **8.2 Пункти спостережень за поверхневими водами**

Первинним функціональним складовим елементом у системі організації МДВ є пункти спостережень. Саме результати їх роботи забезпечують всю подальшу роботу цієї системи.

Під *пунктом спостережень* потрібно розуміти місце на водоймі чи водотоці, у якому виконують комплекс робіт для одержання даних про якість води. Пункти спостережень організовують у першу чергу на водоймах і водотоках, що мають велике народногосподарське значення, та тих, що зазнають значного забруднення промисловими,

сільськогосподарськими чи господарсько-побутовими стічними водами. На незабруднених водоймах і водотоках (умовно чистих) чи їх ділянках створюють пункти для фонових спостережень.

Пункти спостережень організують у районах:

- розташування промислових центрів та інших міст і великих селищ, стічні води яких скидаються у водойми і водотоки;

- скидання стічних вод окремо великими промисловими підприємствами, територіальними виробничими комплексами та організованого скидання сільськогосподарських стічних вод;

- місць нересту і зимовища цінних видів промислових організмів;

- пригребльових ділянок рік, важливих для рибогосподарства;

- перетинання ріками державних кордонів;

- замикаючих створів великих і середніх рік;

- гирлах забруднених приток великих водойм і водотоків.

Для вивчення природних процесів і визначення фоновому стану води водойм і водотоків пункти спостережень створюють також на не підданих прямому антропогенному впливу ділянках, у тому числі на водоймах і водотоках, розташованих на територіях заповідників і національних парків.

У пунктах спостережень організують один чи декілька створів. Під *створом* розуміють умовний поперечний переріз водойми чи водотоку, у якому виконується комплекс робіт для одержання даних про якість води. Місце розташування створів установлюють з урахуванням гідрометеорологічних і морфологічних особливостей водного об'єкта, розташування джерел забруднення, кількості, складу і властивостей стічних вод, що скидаються в нього, інтересів водокористувачів і водоспоживачів.

Один створ установлюють на водотоках за відсутності організованого скидання стічних вод у гирлах забруднених притоків, на незабруднених ділянках, на передплотинних

ділянках, на замикаючих ділянках, у місцях перетинання державного кордону.

Два створи і більше встановлюють на водотоках за наявності організованого скидання стічних вод. Один із них розташовують вище джерела забруднення (поза впливом досліджуваних стічних вод), інші – нижче джерела (чи групи джерел) скидів у місці повного змішання стоків із водою ріки.

Верхній (перший) фоновий створ встановлюють на 1 км вище першого джерела скидів стічних вод. Хімічний склад води в пробі, відібраної в створі вище джерела забруднення, характеризує фонові показники якості води водотоку в даному пункті. Порівняння фонових показників із показниками якості води в пробі, відібраної нижче джерела забруднення, дозволяє судити про характер і ступінь забруднення води під впливом джерел забруднення в зоні даного пункту.

Зміна хімічного складу води в пробах, що відібрані на першому посту у створі скидання стічних вод із пробами, що відібрані у створах, розташованих нижче, дає можливість оцінити здатність водотоку до самоочищення.

Вибір створів нижче джерела (чи групи джерел) забруднення здійснюють з урахуванням комплексу факторів і умов, що впливають на характер поширення ЗР у воді. Необхідно також, щоб нижній створ характеризував склад води в цілому по руслу, тобто був розташований у місці досить повного (не менше 80 %) змішання стічних вод із водою водотоку.

На річках, де створ повного змішання знаходиться далеко від джерел забруднення, процес трансформації частини забруднюючих речовин може завершитися до створу повного змішання, і їх вплив на фізичні властивості і хімічний склад води в цьому створі може бути не виявлено. У цьому випадку створ установлюють, виходячи з інтересів народного господарства, на найближчій ділянці водокористування. На ріках, що використовуються для рибного господарства, такий створ установлюють не далі 0,5 км від місця скидання стічних

вод.

За наявності групи джерел забруднення верхній (фоновий) створ розташовують вище першого джерела, нижній – нижче останнього найнижчого. Між створами вище і нижче джерел забруднення можуть бути встановлені додаткові створи, що повинні характеризувати вплив окремих джерел забруднення.

Для спостережень за водоймою в цілому з урахуванням геоморфології берегової лінії й інших факторів установлюють не менше трьох створів (за можливості рівномірно розподілених по акваторії). При контролі окремих забруднених ділянок водойми створи встановлюють з урахуванням умов водообміну у водоймі.

На водоймах з інтенсивним водообміном (коефіцієнт водообміну більше 5 разів на рік) розташування створів аналогічно їх розташуванню на водотоках: один створ установлюють на 1 км вище джерела забруднення поза зоною його впливу, а інші створи (не менше двох) – нижче джерела на відстані 0,5 км від місця скидання стоків і безпосередньо за зоною забруднення.

На водоймах із помірним водообміном (коефіцієнт водообміну від 0,1 до 5 разів на рік) і уповільненим (до 0,1 разу на рік) водообміном один створ установлюють поза зоною впливу джерела (чи групи джерел) забруднення, другий створ поєднують із місцем скидання стічних вод, а всі інші створи (не менше двох) розташовують паралельно другому по обидва його боки на відстані 0,5 км від місця скидання стічних вод і безпосередньо за межею забрудненої зони.

У створі може бути не одна, а кілька точок пробовідбору води, розташованих по лінії створу від берега до берега. До того ж у кожній точці пробовідбору відбір проб може здійснюватися як на поверхні води, так і в глибині, тобто по вертикалі вглиб на певних горизонтах від поверхні води.

Кількість *вертикалей* у створі на водоймі визначається шириною зони забруднення: першу вертикаль розташовують на відстані не далі 0,5 км від місця скидання стічних вод від берега,

а останню – безпосередньо за межею зони забруднення.

Кількість вертикалей у створі на водотоці визначається умовами змішання річкових вод із стічними водами чи водами притоків. При неоднорідності хімічного складу в створі встановлюють не менше трьох вертикалей (на стрижні і на відстані 3–5 м від берегів). При однорідності хімічного складу – одну вертикаль (на стрижні ріки).

Кількість *горизонтів* на вертикалі визначається глибиною водойми чи водотоку в місці виміру. При глибині до 5 м встановлюється один горизонт (на поверхні – у 0,2–0,3 м від поверхні води влітку або на нижній поверхні льоду взимку). При глибині від 5 до 10 м – два (на поверхні та на 0,5 м від дна), а при глибині більше 10 м – три (додатково ще проміжний, розташований на половині глибини).

Усі пункти спостережень за якістю води водойм і водотоків поділяють на 4 категорії, обумовлені частотою і детальністю програм спостережень. Призначення кількості і місць розташування пунктів контролю визначаються правилами спостережень за якістю води водойм і водотоків.

*Пункти першої категорії* розташовують на середніх і великих водоймах і водотоках, що мають важливе народногосподарське значення, зокрема: у районах міст із населенням понад 1 млн жителів; у місцях нересту і зимовища особливо цінних видів промислових риб; у районах повторюваних аварійних скидів забруднюючих речовин; у районах організованого скидання стічних вод із високим рівнем забруднення води.

*Пункти другої категорії* влаштовують на водоймах і водотоках у межах таких ділянок: у районах міст із населенням від 0,5 до 1 млн жителів; у місцях нересту і зимовища цінних видів промислових риб (організмів); на важливих для рибного господарства передплотинних ділянках рік; у місцях організованого скидання дренажних стічних вод зі зрошуваних сільськогосподарських територій чи промислових стічних вод; при перетинанні ріками державного кордону; у районах із

середнім забрудненням води.

*Пункти третьої категорії* розташовують на водоймах і водотоках у таких місцях: у районах міст із населенням менше 0,5 млн жителів; на замикаючих ділянках великих і середніх рік; у гирлах забруднених притоків великих рік і водойм; у районах організованого скидання стічних вод, у результаті чого спостерігається низьке забруднення води.

*Пункти четвертої категорії* встановлюють: на незабруднених ділянках водойм і водотоків, на водоймах і водотоках на територіях державних заповідників і національних парків.

### **8.3 Програми спостережень за якістю води**

Спостереження за якістю води ведуть за визначеними видами програм, які вибирають залежно від категорії пункту спостереження.

Періодичність проведення контролю за гідробіологічними і гідрохімічними показниками встановлюють відповідно до категорії пункту спостережень. При виборі програми контролю враховують цільове використання водойми (водотоку), склад стічних вод, що скидаються, вимоги споживачів інформації.

Спостереження за *обов'язковою повною програмою спостережень за гідробіологічними і гідрохімічними показниками* на водотоках здійснюють, як правило, 7 разів на рік в основні фази водного режиму: під час повені – на підйомі, піку і спаді; під час літньої межені – при найменшій витраті і при проходженні дощового паводка; восени – перед льодоставом; під час зимової межені. У водоймах якість води досліджують при таких гідрологічних ситуаціях: взимку при найбільш низькому рівні і найбільшій товщині льоду; на початку весняного наповнення водойми; у період максимального наповнення; у літньо-осінній період при найбільш низькому рівні води.

Параметри, визначення яких передбачає повна програма



спостережень за якістю поверхневих вод за гідрохімічними і гідрологічними показниками, наведені в табл. 8.1.

Скорочену програму спостережень за якістю поверхневих вод за гідрологічними і гідрохімічними показниками поділяють на три види.

*Перша скорочена програма* передбачає визначення витрати води (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури води, концентрації розчиненого кисню, питомої електропровідності та візуальні спостереження.

*Друга скорочена програма* передбачає визначення витрати води (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури, рН, питомої електропровідності, концентрації зважених речовин, ХПК, БПК<sub>5</sub>, концентрації 2–3 забруднюючих речовин (основних для води в даному пункті контролю) і візуальні спостереження.

Таблиця 8.1 – Параметри, що визначаються при обов’язковій повній програмі контролю за гідрологічними і гідрохімічними показниками

Номер пор.	Параметр	Одиниця вимірювання
1	Витрата води (на водотоках)	м <sup>3</sup> /с
2	Швидкість течії води (на водотоках)	м/с
3	Рівень води (на водоймах)	м
4	Візуальні спостереження	–
5	Температура	°С
6	Колір	градуси
7	Прозорість	см
8	Запах	бали
9	Кисень	мг/дм <sup>3</sup>
10	Діоксид вуглецю	мг/дм <sup>3</sup>
11	Зважені речовини	мг/дм <sup>3</sup>
12	Водневий показник (рН)	–
13	Окиснювально-відновлювальний потенціал (Eh)	мВ

Продовження табл. 8.1

14	Хлориди ( $\text{Cl}^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>
15	Сульфати ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>
16	Гідрокарбонати ( $\text{HCO}_3^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>
17	Кальцій ( $\text{Ca}^{2+}$ )	мг/дм <sup>3</sup>
18	Магній ( $\text{Mg}^{2+}$ )	мг/дм <sup>3</sup>
19	Натрій ( $\text{Na}^+$ )	мг/дм <sup>3</sup>
20	Калій ( $\text{K}^+$ )	мг/дм <sup>3</sup>
21	Сума іонів	мг/дм <sup>3</sup>
22	Амонійний азот ( $\text{NH}_4^+$ )	мг/дм <sup>3</sup>
23	Нітритний азот ( $\text{NO}_2^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>
24	Нітратний азот ( $\text{NO}_3^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>
25	Мінеральний фосфор ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>
26	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>
27	Кремній	мг/дм <sup>3</sup>
28	БПК <sub>5</sub>	мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
29	ХПК	мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
30	Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>
31	СПАР	мг/дм <sup>3</sup>
32	Феноли (леткі)	мг/дм <sup>3</sup>
33	Пестициди	мг/дм <sup>3</sup>
34	Важкі метали	мг/дм <sup>3</sup>

*Третя скорочена програма* передбачає визначення витрати води, швидкості течії (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури, рН, концентрації зважених речовин, концентрації розчиненого кисню, БПК<sub>5</sub>, концентрації ЗР, що забруднюють воду в даному пункті контролю та візуальні спостереження.

При візуальних спостереженнях відмічають явища, незвичайні для даного району водного об'єкта (наявність плаваючих домішок, плівок, масляних плям, включень та інших домішок; розвиток, юрмища і відмирання водоростей; загибель риби і тварин; масовий викид молюсків (мідій) на берег; поява підвищеної мутності, незвичайного кольору, піни та ін.).

Гідрохімічні показники якості природних вод у пунктах

контролю зіставляють із установленими нормами якості води відповідно до мети контролю.

Впровадження в систему спостережень за якістю води гідробіологічних методів дозволяє безпосередньо з'ясувати склад і структуру співтовариств гідробіонтів. Періодичність спостережень за гідрохімічними показниками для пунктів різних категорій наведена в табл. 8.2.

*Повна програма спостережень за якістю поверхневих вод за гідробіологічними показниками передбачає:*

– дослідження фітопланктону (кількість клітин, кількість видів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів у групі, масові види, види-індикатори);

– дослідження зоопланктону (кількість організмів, кількість видів, кількість груп, загальна біомаса, біомаса основних груп, кількість видів у групі, масові види і види-індикатори);

– дослідження зообентосу (загальна кількість, загальна біомаса, загальна кількість видів, кількість груп за стандартною розробкою, кількість видів у групі, кількість основних груп, біомаса основних груп, масові види і види-індикатори);

– дослідження перифітона (загальна кількість видів, масові види, частота трапляння, сапробність);

– визначення мікробіологічних показників (загальна кількість бактерій, кількість сапрофітних бактерій, відношення загальної кількості бактерій до кількості сапрофітних бактерій);

– вивчення фотосинтезу фітопланктону і деструкції органічної речовини, визначення співвідношення його інтенсивності до деструкції органічної речовини, вмісту хлорофілу;

– дослідження макрофітів (проективне покриття дослідного майданчика, характер поширення рослинності, загальна кількість видів, що переважають, найменування, проективне покриття, фенофази, аномальні ознаки).

Таблиця 8.2 – Періодичність спостережень за гідрологічними та гідрохімічними показниками

Періодичність контролю	Категорія пунктів спостереження			
	I	II	III	IV
Щоденно	Скорочена програма 1	Візуальні Спостереження	–	–
Щодекадно	Скорочена програма 2	Скорочена програма 1	–	–
Щомісяця	Скорочена програма 3			–
В основні фази водного режиму	Обов'язкова повна програма			

*Скорочена програма спостережень* за якістю поверхневих вод за гідробіологічними показниками передбачає дослідження:

- фітопланктону (загальна кількість клітин, загальна кількість видів, масові види, види-індикатори сапробності);
- зоопланктону (загальна кількість організмів, загальна кількість видів, масові види, види-індикатори сапробності);
- зообентосу (загальна кількість груп за стандартною розробкою, кількість видів у групі, кількість основних груп, масові види, види-індикатори сапробності);
- перифітона (загальна кількість видів, масові види, сапробність, частота трапляння).

Програми і періодичність спостережень за гідробіологічними показниками для станцій різних категорій наведені в табл. 8.3.

Таблиця 8.3 – Періодичність спостережень за гідробіологічними показниками

Періодичність спостережень	Періодичність проведення спостережень			
	I	II	III	IV
Щомісячно	Скорочена програма	Скорочена програма	Скорочена програма (контроль у вегетаційний період)	–
Щоквартально	Повна програма			

Основні параметри моніторингу поверхневих вод за масштабом об'єкта наведені в табл. 8.4.

Таблиця 8.4 – Основні параметри моніторингу поверхневих вод

Параметр	Вид моніторингу		
	локальний	регіональний	глобальний
Площа охоплення, км <sup>2</sup>	до 100	від 20 до $2 \cdot 10^6$	від $10^7$ до $10^8$
Відстань між пунктами відбору, км	0,01 – 10	10 – 500	3000 – 5000
Періодичність досліджуваних процесів	від днів до місяців	роки	десятиліття, століття
Частота спостережень	хвилини, години	декада, місяць	квартал, рік
Кількість компонентів, що спостерігаються	від 3 до 30	від 120 до 1500	від 1 тис. до 1 млн

## Висновки

Для проведення моніторингу вод суші організують: стаціонарну, спеціалізовану мережу пунктів спостережень та тимчасові (експедиційні) мережі пунктів за природним складом і забрудненням поверхневих вод.

Мережа пунктів спостережень повинна охоплювати територію досліджуваного басейну у просторі й часі.

Пункт спостережень – це місце на водоймі чи водотоці, у якому виконують комплекс робіт для одержання даних про якість води.

У пунктах спостережень організують один чи декілька створів. Під *створом* розуміють умовний поперечний переріз водойми чи водотоку, у якому виконується комплекс робіт для одержання даних про якість води. Місце розташування створів установлюють з урахуванням гідрометеорологічних і морфологічних особливостей водного об'єкта, розташування джерел забруднення, кількості, складу і властивостей стічних вод, що скидаються в нього, інтересів водокористувачів і водоспоживачів. Відбір проб води у створі здійснюють на вертикалях і горизонтах.

Усі пункти спостережень за якістю води водойм і водотоків поділяють на 4 категорії, обумовлені частотою і детальністю програм спостережень.

Спостереження за гідрологічними і гідрохімічними показниками проводять за обов'язковою повною та скороченою програмами. Скорочену програму спостережень за якістю поверхневих вод за гідрологічними і гідрохімічними показниками поділяють на три види: перша скорочена, друга скорочена та третя скорочена програми.

Спостереження за гідробіологічними показниками проводять за повною та скороченою програмами.

## Питання для самоперевірки

1. Назвіть види мереж пунктів спостереження за поверхневими водними об'єктами.
2. Охарактеризуйте принципи створення мережі пунктів спостережень за поверхневими водними об'єктами.
3. Дайте визначення поняттю «пункт спостережень за станом поверхневих об'єктів», сформулюйте основні принципи організації пунктів спостереження на водотоках та водоймах.
4. Яким чином вибирається кількість та місце розташування створів у пункті спостереження?
5. Дайте визначення поняттям «вертикаль» та «горизонт створу». Наведіть вимоги з визначення кількості вертикалей та горизонтів.
6. Перелічіть категорії пунктів спостереження за якістю води.
7. Які існують програми спостережень за гідрологічними та гідрохімічними показниками якості води?
8. Які показники визначають в обов'язковій повній програмі спостережень?
9. З якою періодичністю проводяться спостереження в пунктах різної категорії?
10. Які існують програми спостережень за гідробіологічними показниками якості води?

## **Тема 9 Моніторинг при забрудненні водних об'єктів. Оцінювання та прогнозування якості води**

*Зміст теми:*

9.1 Кризовий моніторинг при аварійному скиді забруднюючих речовин.

9.2 Спостереження за джерелами негативного впливу на екологічний стан водних об'єктів.

9.3 Відбір та зберігання проб води.

9.4 Оцінювання та прогнозування якості води.

*Ключові слова:* аварійний скид, водокористування, забруднення, пост спостереження, контроль, проби води, показники якості, ГДК.

### **9.1 Кризовий моніторинг при аварійному скиді забруднюючих речовин**

Законодавством передбачено проведення кризового моніторингу, що здійснюється у зонах підвищеного ризику та у зонах впливу аварій і надзвичайних ситуацій.

Контрольний створ для оцінювання маси забруднюючих речовин встановлюється на ділянці річки якого не досягли забруднені води, які надійшли у водотік у результаті аварійного забруднення.

Вибір контрольного створу здійснюють на підставі прогнозування переміщення аварійного забруднення від джерела його надходження або створу річки, де аварійне забруднення було виявлено.

Контрольний створ повинен збігатися зі створом гарантованого змішування або знаходиться нижче його за течією.

У контрольному створі визначають не менше трьох вертикалей – на стрижні потоку і на середині відстані від стрижня до лівого і правого берегів.



Час підходу та проходження зони забруднених вод контролюють за допомогою візуальних спостережень, вимірювання розчиненого кисню, електропровідності та прозорості (за диском Секкі), що дозволяють визначити динаміку зміни концентрації хімічних речовин у режимі реального часу. При аварійному скиді найбільш небезпечних речовин, визначення яких здійснюються в стаціонарних лабораторіях, відбір проб необхідно починати за одну годину до прогнозованого проходження забруднених вод.

До початку проходження забруднених мас води в створі відбирають проби, які характеризують вміст хімічних речовин у воді до надходження забруднених вод.

Періодичність спостережень у період проходження зони забруднених вод складає одну годину. При зниженні вмісту забруднюючих речовин нижче 5 ГДК періодичність спостережень становить один раз на добу. Період відбору проб у контрольному створі визначається часом проходження всієї зони забруднених вод.

Розрахунок маси забруднюючих речовин, що надійшли у водотік при аварійному забрудненні, проводять за період часу з відбору проби з перевищенням допустимих концентрацій забруднюючих речовин до часу встановлення в контрольному створі концентрацій забруднюючих речовин на рівні доаварійних значень.

Для оцінки маси забруднюючих речовин, що надійшли у водойму, встановлюють ряд радіальних контрольних створів (не менше п'яти) від місця аварійного скидання (рисунок 9.1).

У кожному створі встановлюють 4–5 вертикалей відбору проб на однаковій відстані одна від одної: перша – не далі 0,5 км від місця аварійного скиду (на глибині, яка виключає попадання в пробу води, забрудненої донними відкладеннями); остання – за межею зони поширення аварійного забруднення.

У разі поширення аварійного забруднення на всю акваторію водойми останню вертикаль встановлюють біля протилежного берега.

Для розрахунку маси забруднюючих речовин, що надійшли у водойму при аварійному забрудненні, використовують результати разового відбору проб на всіх горизонтах вертикалей радіальних створів.

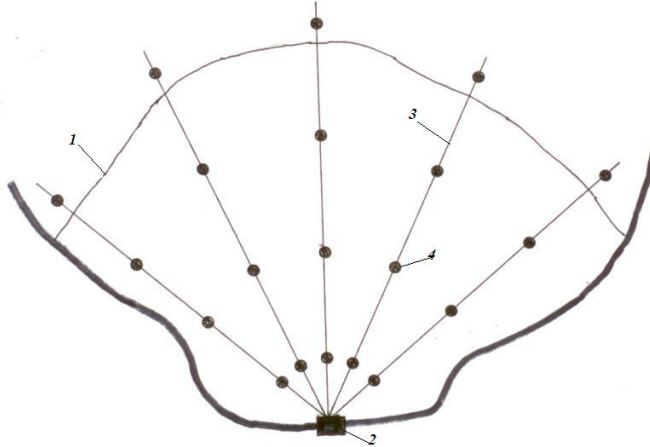


Рисунок 9.1 – Організація спостережень при аварійному скиді у водойму: 1 – межа зони забруднення; 2 – місце аварійного скидання; 3 – радіальний створ; 4 – вертикаль

Перелік характерних для води даного пункту речовин для спостережень за скороченими програмами 2 і 3 встановлюють на підставі даних про склад зворотних вод, які скидають у районі пункту спостережень, та попередніх обстежень водного об'єкта. На першому етапі при формуванні програми спостережень може бути використано орієнтовний перелік забруднюючих речовин за додатком, який уточнюють за результатами обстеження ділянки водного об'єкта, а далі за результатами аналізу багаторічних спостережень шляхом виключення з програм тих показників, які не виходять за рамки норм якості води.

## **9.2 Спостереження за джерелами негативного впливу на екологічний стан водних об'єктів**

Вимоги щодо правил контролю скидання стічних вод і оцінки їх впливу на якість води у водних об'єктах, а також складу і властивостей вод у процесі технологічного використання й очищення в Україні встановлює керівний державний нормативний документ (КНД 211.1.2.008-94). Він поширюється на стічні та технологічні води систем каналізації та технічного водопостачання, включаючи води споруд та устаткування, що діють, реконструюються або проектуються. КНД не поширюється на аварійні скидання.

КНД 211.1.1.106-2003 встановлює Показники складу і властивостей води, які доцільно визначати у зонах забруднення та впливу зворотних вод деяких підприємств а також Перелік пестицидів, що рекомендовано для спостереження у водах водойм і водотоків.

Викладемо загальні вимоги щодо контролю скидання стічних вод і оцінювання їх впливу на якість води у водних об'єктах та складу і властивостей вод у процесі технологічного використання й очищення в Україні. Вони зводяться до таких.

Контроль стічних вод проводиться з метою визначення відповідності їх складу і властивостей вимогам, встановленим при скиданні вод у водні об'єкти чи системи каналізації. Контроль технологічних вод проводиться з метою визначення відповідності їх складу і властивостей вимогам, встановленим регламентом експлуатації систем зворотного або послідовного водопостачання. З метою перевірки ефективності роботи очисних споруд проводиться контроль складу і властивостей стічних вод на різних ступенях очищення.

Для оцінювання впливу стічних вод на стан природних вод проводиться контроль складу і властивостей вод у водних об'єктах, що приймають стічні води. Скидання стічних вод у водні об'єкти допускається лише за умови дотримання нормативів ГДК речовин у воді водних об'єктів.

Контроль складу і властивостей вод поділяється на державний та відомчий. Державний контроль здійснюється місцевими органами Державної екологічної інспекції Мінекобезпеки України, на яку згідно з Постановою Кабінету Міністрів № 925 від 12.11.93 р. покладено здійснення державного контролю в галузі охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів.

Відомчий контроль здійснюється службами охорони навколишнього природного середовища підприємств-водокористувачів. У разі відсутності такої служби на підприємстві відомчий контроль може здійснювати інша спеціалізована організація, яка має відповідний дозвіл місцевого органу Мінекобезпеки України.

Місцеві органи Державної екологічної інспекції проводять вибірковий контроль складу і властивостей стічних вод та вод водотоків і водойм з метою встановлення достовірності відомчого контролю.

Водокористувачі здійснюють контроль:

- складу і властивостей стічних вод і їх відповідності визначеним нормам скидання;
- складу і властивостей стічних вод на окремих ланках технологічної схеми очищення і використання вод та їх відповідності технологічним регламентам;
- складу і властивостей вод водного об'єкта, в який скидаються стічні води, і дотримання нормативів якості вод водних об'єктів згідно із встановленим видом водокористування.

Перелік показників складу і властивостей вод, що контролюються, визначається водокористувачем згідно з дозволом на спеціальне водокористування і нормативами гранично допустимого скидання ЗР з урахуванням особливостей технології виробництва. У разі стабільності складу і властивостей стічних вод водокористувач має право виконувати контроль за скороченою програмою, тобто включати у перелік показників, що контролюються, лише найбільш характерні для

даного виробництва. Стабільність складу і властивостей стічних вод та перелік показників, що включаються до скороченої програми контролю, визначаються водокористувачем або на його замовлення компетентною організацією.

З метою підвищення ефективності відомчого контролю стічних та технологічних вод рекомендується впровадження автоматизованих пристроїв вимірювання та об'єднання їх в автоматизовані системи, що дозволяють здійснювати централізований контроль та регулювання скидання стічних вод.

Результати вимірювань заносяться до журналів чи на інші носії інформації.

Водокористувачі подають дані про склад і властивості стічних вод та води водних об'єктів до місцевих органів Мінекобезпеки за формами і в терміни, визначені Міністерством статистики.

Місцеві органи Мінекобезпеки України здійснюють оцінку достовірності інформації, що подається водокористувачами.

Згідно з чинним законодавством водокористувач несе відповідальність за повноту і достовірність інформації про склад і обсяг стічних вод, а також про вплив скидання вод на стан водного об'єкта, в який скидаються стічні води.

У місцевих органах Мінекобезпеки створюються інформаційні банки даних, які зберігають дані про якість води водних об'єктів і обсяги та склад домішок, що надходять до контрольних створів.

### **9.3 Відбір та зберігання проб води**

Вимоги щодо відбору проб з метою подальшого визначення хімічних та фізичних показників складу і властивостей вод викладені у керівному державному нормативному документі (КНД 211.1.0.009-94). Він містить загальні вимоги щодо організації відбору, видів проб, місць, часу та частоти відбору, пристроїв, засобів та посуду для відбору та зберігання проб, реєстрації та транспортування проб,

техніки безпеки. Положення цього нормативного документа поширюються на відбір проб стічних та технологічних вод, що підлягають державному та відомчому контролю. Цей керівний документ не поширюється на відбір проб для визначення складу та властивостей вод джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.

Місця відбору проб стічних та технологічних вод встановлюються згідно з цим КНД. Перелік показників, що контролюються, а також місця і частота відбору проб поверхневих та стічних вод узгоджуються місцевими органами Мінекобезпеки України за пропозиціями водокористувачів.

Контрольні створи на поверхневих водних об'єктах, де розміщуються пости відбору проб, встановлюються за табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Розміщення контрольних створів на водних об'єктах

Тип водного об'єкта	Джерела забруднення	Кількість створів	Розміщення створів
Водойма	Організоване скидання стічних вод	Не менше двох	У радіусі 0,5 км від місця скидання стічних вод
Водотік	Організоване скидання стічних вод	Не менше двох	На відстані 0,5 км вище та нижче місця скидання стічних вод

У разі зміни сировини, технологічного процесу та в інших випадках, що ведуть до зміни складу і властивостей стічних вод, перелік показників, що контролюються, підлягає уточненню водокористувачем і додатковому узгодженню місцевими органами Мінекобезпеки України. На водних об'єктах і в системі водовідведення водокористувачі зобов'язані обладнати місця для пробовідбору (в т. ч. і за територією підприємства) для

працівників органів контролю.

Відбір та зберігання проб води виконується згідно з вказівками КНД 211.1.0.009-94. При цьому для кожного інгредієнта водокористувач повинен мати методики виконання вимірювань, що враховують специфіку конкретних вод з описом процедури підготовки проб для аналізу. Галузь поширення методик повинна охоплювати весь діапазон вимірювання концентрацій компонента, що аналізується.

Загальні вимоги до відбору проб зводяться до таких:

– відібрана проба повинна з найбільш можливою повнотою репрезентувати показники складу та властивостей об'єкта контролю на даний момент або за певний інтервал часу. Способи відбору та зберігання проб повинні забезпечити сталість складу та властивостей об'єкта контролю в інтервалі часу між відбором проб та їх аналізом;

– програма відбору проб (види проб, місця відбору, періодичність, способи відбору, перелік показників, що контролюються, та інші) визначається поставленою метою.

Залежно від мети дослідження вдаються до разового або регулярного відбору проб.

*Разовий відбір проб* застосовують, якщо: вимірювані параметри неістотно змінюються в просторі (глибина, акваторія водоймища) і в часі; закономірності зміни визначуваних параметрів попередньо відомі; необхідні лише найзагальніші уявлення про якість води у водоймищі.

*Регулярний відбір* означає, що кожну пробу відбирають у часовій і просторовій взаємозалежності з іншими.

Проби поділяються на разові та об'єднані (усереднені).

*Разові проби* використовують місцеві органи Мінекобезпеки під час контролю складу стічних вод та впливу скидання стічних вод на водні об'єкти з метою встановлення можливого забруднення і ступеня забрудненості об'єкта контролю.

Разова проба характеризує склад та властивості води у даному місці на момент відбору. Її одержують однократним

відбором усього необхідного для аналізу об'єму води у заданій точці місця відбору.

*Об'єднана (усереднена)* проба повинна характеризувати склад та властивості води з урахуванням неоднорідності її кількісних та якісних характеристик у часі і просторі. Об'єднану пробу одержують злиттям води декількох разових проб, що були відібрані одночасно у заданих місцях, або одержують об'єднанням разових проб, що взяті в одному місці через задані інтервали часу.

Місця відбору проб визначають, базуючись на схемі розміщення та взаємодії об'єктів контролю з урахуванням їх особливостей та мети контролю. Вода у місці відбору проб повинна добре перемішуватися. Якщо це не виконується, то відбирають проби у різних за глибиною місцях з відповідним усередненням за об'ємом.

Місця відбору проб окремих потоків мають бути розташовані перед ділянками змішування, поза зонами можливого впливу підпору. Вони повинні мати пристрої та стаціонарне обладнання для відбору проб води. Місця відбору проб для стічних вод повинні бути обладнані водокористувачами засобами реєстрації вимірювання витрат. Доцільно мати автоматичні пробовідбірні пристрої та засоби вимірювання витрат. Час та частоту відбору проб встановлюють відповідно до мети контролю, з урахуванням особливостей об'єктів контролю, на основі наявних або спеціально одержаних щодо неоднорідності складу та властивостей вод об'єкта контролю.

Відбір проб водокористувачем повинен здійснюватися з частотою, що дозволяє контролювати неоднорідність складу або властивостей вод у прийнятих межах з прийнятною ймовірністю. Частоту відбору зменшують до одного разу за період контролю, якщо значення показників складу та властивостей вод у заданому місці відбору стабільні за часом, не виходять за встановлені або нормативні значення допустимих розбіжностей величин показників. Якщо показник або групи показників



вийшли за межі встановлених допустимих розходжень, для з'ясування причин розходжень частоту відбору збільшують. У період наявних або очікуваних змін складу і властивостей вод об'єкта контролю, що сталися у результаті аварії, повені, ремонту тощо, проби відбирають у 2–3 рази частіше, ніж звичайно, з відповідним коригуванням частоти відбору після стабілізації значень показників, що контролюються.

Час та частоту відбору проб у місцях систематичного відбору періодично коригують з урахуванням одержаних результатів та даних щодо можливих або наявних змін у об'єктах контролю.

Обладнання та способи відбору проб повинні відповідати вимогам ГОСТ 17.1.5.04. Матеріал пробовідбірного обладнання, що контактує з пробою, не повинен змінювати її склад або властивості. При високій частоті відбору проб застосовують автоматичні пробовідбірники для одержання об'єднаної (усередненої) проби. Об'єм проби при ручному відборі повинен бути принаймні у три рази більшим за об'єм, необхідний для одного визначення усіх показників.

Посуд для відбору проб може суттєво впливати на результати. Посуд для відбору та зберігання проб, а також засоби його герметизації не повинні призводити до змін складу або властивостей проб. Завдання відбору, зберігання та транспортування проб задовольняє посуд, виготовлений з хімічно стійких матеріалів. Цей посуд повинен мати маркування, що не змивається.

Реєстрація, зберігання та транспортування проб проводиться за певною процедурою. До відібраної проби додається супровідний документ, в якому повинна бути така інформація:

- номер посудини (проби);
- назва проби, мета відбору;
- вид проби (разова, об'єднана) і спосіб її усереднення;
- спосіб відбору;
- пункт та місце відбору;

– дані про обробку проби (фільтрування, відстоювання, консервування тощо);

– дата, час та відомості про особу (осіб), яка відбирала пробу.

Дозволяється вносити в паспорт проби додаткові відомості, що пояснюють та уточнюють попередні, у тому числі: витрату води у місці відбору на момент відбору; показники складу та властивостей, що визначені на місці або у точці відбору; органолептичні показники та інші.

Зберігання проб допустиме лише у разі неможливості проведення аналізу відразу після відбору. При цьому необхідно враховувати можливі зміни у складі та властивостях проби. Для збільшення терміну зберігання проби її консервують.

## 9.4 Оцінювання та прогнозування якості води

Оскільки не існує єдиного показника, який визначав би весь комплекс характеристик води, оцінювання якості води проводиться на основі системи показників. Ці показники поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Інша форма класифікації показників якості води – їх розподіл на загальні та специфічні.

До *загальних* відносять показники, характерні для будь-яких водоймищ. Присутність у воді *специфічних показників* обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

До основних *фізичних показників* якості води належать: температура, запах, прозорість, кольоровість, вміст зважених речовин.

*Бактеріологічні показники* характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок у літрі води; колі-титр – кількість води в мілілітрах, у якій може бути знайдена одна кишкова паличка.

*Гідробіологічні показники* дають змогу оцінити якість води за тваринним населенням та рослинністю водоймищ. Зміна видового

складу водних екосистем може відбуватися за настільки слабого забруднення водних об'єктів, яке не виявляється жодними іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливі.

Фізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

Хімічні показники можуть бути загальними та специфічними. До загальних хімічних показників якості води належать: вміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; вміст азоту і фосфору та мінеральний склад.

До найбільш поширених специфічних показників якості води відносять феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди і важкі метали.

Оцінювання якості води базується на системі контрольних показників, із якими порівнюється якість досліджуваної води. Застосовують одиночні, опосередковані (непрямі) та комплексні оцінки забрудненості поверхневих вод за гідрохімічними показниками. Саме комплексні оцінки дають найточнішу і найоб'єктивнішу інформацію про якість поверхневих вод.

**Комплексне оцінювання забрудненості поверхневих вод** – інформація про забруднення або якість води, виражена за допомогою певних систем показників чи обмеженої сукупності характеристик її складу і властивостей, які порівнюються з критеріями якості води чи нормами для певного виду водокористування чи водоспоживання.

Відповідно до Водного кодексу України оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості води водних об'єктів.

**Оцінка якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування.** Діючі нормативи дають змогу оцінити якість води, яка використовується для комунально-побутових, господарсько-питних та рибогосподарських потреб.

Нормативна база оцінки якості води формується на основі загальних вимог до складу та властивостей води і значень гранично допустимих концентрацій речовин у воді водних об'єктів. Загальні вимоги визначають допустимі склад та властивості води, які оцінюються за найважливішими фізичними, бактеріологічними та узагальненими хімічними показниками.

**Гранично допустима концентрація (ГДК)** – рівень концентрації речовин у воді, за перевищення якого вона вважається непридатною для певного виду водокористування.

Гранично допустима концентрація домішок у воді водойм господарського, культурно-побутового призначення (ГДКв) – це така концентрація шкідливих речовин, яка не повинна впливати безпосередньо або опосередковано на організм людини впродовж усього життя та на здоров'я майбутніх поколінь і не повинна погіршувати гігієнічні умови водокористування.

Гранично допустима концентрація домішок у воді водойм, що використовуються для рибної промисловості (ГДКр) – це концентрація шкідливих речовин, яка не має шкідливого впливу (безпосередньо або опосередковано) на популяції риб або інші водні організми.

Усі речовини за характером негативного впливу поділяють на 5 груп. Кожна група об'єднує речовини однакової ознаки впливу, яку називають ознакою шкідливості. Одна й та сама речовина в різних концентраціях може спричиняти появу різних ознак шкідливості.

**Лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ)** – ознака шкідливості, яка з'являється при найменшій концентрації речовини.

До I групи віднесені речовини, до яких ставляться загальні вимоги щодо об'єму розчиненого кисню, біологічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), завислих речовин, водневого показника (рН), мінералізації; ознака шкідливості є загальносанітарна. У II групу входять речовини із санітарно-токсикологічними лімітуючими ознаками шкідливості: *SO<sub>4</sub>, Cl, Ca, Mg, Na, K, NO<sub>3</sub>, Cr*. До III групи

належать речовини токсикологічної ЛОШ ( $N - NH_4$ ,  $N - NO_2$ , СПАР,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Ni$ ). До IV групи відносять речовини рибогосподарських ЛОШ – феноли, нафтопродукти, V група охоплює речовини з органолептичними ЛОШ.

Оцінюючи якість води у водоймищах комунально-побутового та господарсько-питного водокористування, з'ясовують також *клас шкідливості речовини*. Його визначають залежно від токсичності, кумулятивності, мутагенності та ЛОШ речовини. Розрізняють чотири класи шкідливості речовин: перший – надзвичайно шкідливі; другий – високошкідливі; третій – шкідливі; четвертий – помірно шкідливі.

Під час оцінювання якості води застосовують **принцип адитивності** – односпрямованої дії, відповідно до якого належність кількох речовин до однієї й тієї самої ЛОШ виявляється в підсумовуванні їх негативного впливу.

Водні об'єкти вважають придатними для комунально-побутового та господарсько-питного водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови: не порушуються загальні вимоги до складу та властивостей води для відповідної категорії водокористування; щодо речовин третього та четвертого класів шкідливості виконується умова  $C \leq ГДК$ ; відносно речовин першого та другого класів шкідливості виконується умова

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1,$$

де  $C_i$  та  $ГДК_i$  – відповідно концентрація і  $ГДК$   $i$ -ї речовини першого чи другого класу шкідливості.

Водні об'єкти вважають придатними для рибогосподарського водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови: не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної рибогосподарської категорії; для речовин, які належать до однакових ЛОШ, виконується умова

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1,$$

де  $C_i$  та  $ГДК_i$  – відповідно концентрація і  $ГДК$   $i$ -ї речовини, яка належить до певної ЛОШ.

У забруднених водних об'єктах відбуваються фізико-хімічні та інші процеси, спрямовані на відновлення природного стану вод, тобто їх самоочищення. Основні з них є процеси розбавлення та трансформації. Якість води в певній точці оцінюють, порівнюючи максимальну концентрацію забруднюючої речовини з її гранично допустимим значенням.

Максимальна концентрація лімітуючої речовини в річці нижче стоку стічних вод змінюється в межах  $C_n < C_{\text{макс}} < C_{\text{ст}}$ , де  $C_n$  – середня концентрація речовини (у міліграмах на літр), яка визначається за формулою

$$C_n = Q_p C_p + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}} / (Q_p + Q_{\text{ст}}),$$

де  $Q_p$ ,  $Q_{\text{ст}}$  – відповідно витрата води в річці та витрата стічних вод,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $C_p$ ,  $C_{\text{ст}}$  – відповідно концентрації речовини у воді річки та в стічних водах,  $\text{мг}/\text{л}$ .

Скидання стічних вод у водні об'єкти належить до одного з видів спеціального водокористування та здійснюється на підставі дозволу, що видається місцевими органами екологічної безпеки. Відведення стічних вод до водних об'єктів регламентується нормами гранично допустимих скидів ( $ГДС$ ) речовин.

$ГДС$  – це максимально допустима маса речовини, що відводиться зі стічними водами за одиницю часу, яка дозволяє забезпечити дотримання норм якості води в контрольному створі водного об'єкта для найгірших умов водокористування.  $ГДС$  встановлюють для кожного випуску стічних вод до водного об'єкта. Для кожного показника якості води  $ГДС$  визначається як добуток максимальної витрати стічних вод за годину та її гранично допустимого значення:

$$ГДС = Q_{\text{ст}} C_{ГДС},$$

де  $C_{ГДС}$  – гранично допустиме значення показника,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $Q_{\text{ст}}$  – максимальна витрата стічних вод за годину,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Величина  $C_{ГДС}$  не повинна перевищувати фактично досягнутої (проектної) концентрації  $C_{ст}$  речовини, що підлягає нормуванню в стічних водах.

Для речовин першого та другого класів небезпечності норми якості будуть дотримані в самій стічній воді, якщо виконується умова

$$\sum_i \frac{C_{ГДСi}}{ГДК_i} = 1.$$

Для кожної речовини  $C_{ГДС}$  становить частину свого ГДК, тобто

$$C_{ГДС} = K_i ГДК_i, \text{ де } K_i < 1.$$

## **Висновки**

Законодавством передбачено проведення кризового моніторингу, що здійснюється у зонах підвищеного ризику та у зонах впливу аварій і надзвичайних ситуацій.

Контрольний створ для оцінювання маси забруднюючих речовин встановлюється на ділянці річки якого не досягли забруднені води, що надійшли у водотік у результаті аварійного забруднення.

У контрольному створі визначають не менше трьох вертикалей – на стрижні потоку і на середині відстані від стрижня до лівого і правого берегів.

Періодичність спостережень у період проходження зони забруднених вод становить одну годину. При зниженні вмісту нормованих забруднюючих речовин нижче 5 ГДК періодичність спостережень становить один раз на добу. Для оцінки маси забруднюючих речовин, що надійшли у водойму, встановлюють ряд радіальних контрольних створів (не менше п'яти) від місця аварійного скидання. У кожному створі встановлюють 4–5 вертикалей відбору проб на однаковій відстані одна від одної: перша – не далі 0,5 км від місця аварійного скиду (на глибині, яка виключає попадання в пробу води, забрудненої донними

відкладеннями ); остання – за межею зони поширення аварійного забруднення.

Вимоги щодо правил контролю скидання стічних вод і оцінювання їх впливу на якість води у водних об'єктах, а також складу і властивостей вод у процесі технологічного використання й очищення в Україні встановлює керівний державний нормативний документ (КНД 211.1.2.008-94). Контроль стічних вод проводиться з метою визначення відповідності їх складу і властивостей вимогам, встановленим при скиданні вод у водні об'єкти чи системи каналізації. Контроль складу і властивостей вод поділяється на державний та відомчий. Державний контроль здійснюється місцевими органами Державної екологічної інспекції Мінекобезпеки України. Відомчий контроль здійснюється службами охорони навколишнього природного середовища підприємств-водокористувачів.

Водокористувачі здійснюють контроль: складу і властивостей стічних вод і їх відповідності визначеним нормам скидання; складу і властивостей стічних вод на окремих ланках технологічної схеми очищення і використання вод та їх відповідності технологічним регламентам; складу і властивостей вод водного об'єкта, в який скидаються стічні води, і дотримання нормативів якості вод водних об'єктів згідно із встановленим видом водокористування.

Водокористувачі подають дані про склад і властивості стічних вод та води водних об'єктів до місцевих органів Мінекобезпеки.

Вимоги щодо відбору проб з метою подальшого визначення хімічних та фізичних показників складу і властивостей вод викладені у керівному державному нормативному документі (КНД 211.1.0.009-94).

Оцінювання якості води проводиться на основі системи показників. Ці показники поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні.



Нормативна база оцінювання якості води формується на основі загальних вимог до складу та властивостей води і значень гранично допустимих концентрацій речовин у воді водних об'єктів. Загальні вимоги визначають допустимі склад та властивості води, які оцінюються за найважливішими фізичними, бактеріологічними та узагальненими хімічними показниками.

### **Питання для самоперевірки**

1. У якому випадку Законодавством передбачено проведення кризового моніторингу вод?
2. Наведіть вимоги до проведення спостережень у контрольному створі на водотоці при аварійному скиді речовин?
3. Яка періодичність спостережень у період проходження зони забруднених вод?
4. Наведіть вимоги до проведення спостережень у контрольному створі на водоймі при аварійному скиді речовин?
5. Які організації здійснюють державний та відомчий контроль складу і властивостей вод при проведенні кризового моніторингу?
6. З якою метою проводиться контроль стічних вод?
7. Як визначається перелік показників складу і властивостей вод, що контролюються водокористувачем?
8. Наведіть вимоги до відбору проб води.
9. Наведіть класифікацію та охарактеризуйте види проб води.
10. Які вимоги до вибору місця відбору проб води?
11. Назвіть показники якості води
12. Дайте визначення ГДК, ГДС. Чим відрізняються ГДК<sub>в</sub> та ГДК<sub>р</sub>?

## **Тема 10 Моніторинг підземних вод**

*Зміст теми:*

10.1 Особливості забруднення підземних вод.

10.2 Основні положення моніторингу підземних вод.

10.3 Організація моніторингу підземних вод.

10.3.1 Організація спостережень фонового моніторингу підземних вод.

10.3.2 Організація спостережень загального моніторингу.

10.4 Організація моніторингу ґрунтових вод.

*Ключові слова:* підземні води, артезіанські води, ґрунтові води, свердловини, колодязі, відбір проб, програми спостережень.

### **10.1 Особливості забруднення підземних вод**

Забруднення підземних вод тісно пов'язане з забрудненням всього довкілля. Тому моніторинг забруднення підземних вод повинен бути пов'язаний із системою спостережень і контролю за рівнем забруднення довкілля, яка розроблена і здійснюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

До джерел потенційного забруднення підземних вод належать:

– місця акумуляції промислової продукції, відходів виробництва та побутових відходів;

– сільськогосподарські або інші угіддя, на яких застосовуються мінеральні добрива, пестициди та інші хімічні речовини, в обсягах, що перевищують гранично допустимі норми;

– забруднені ділянки поверхневих водних об'єктів, які живлять підземні води;

– забруднені ділянки водоносного горизонту, природно або штучно пов'язаного з суміжними водоносними горизонтами;

- промислові майданчики підприємств, поля фільтрації, бурові свердловини та інші гірничі виробки;
- полігони захоронення та накопичувачі забруднюючих рідинних речовин, відходів виробництва і стічних вод та інші.

## **10.2 Основні положення моніторингу підземних вод**

*Об'єктом* моніторингу підземних вод є підземні води (грунтові і міжпластові), що оцінюються як в якісному, так і в кількісному аспекті, як корисні копалини та як чинники геологічного перетворення навколишнього середовища.

*Підземні води* – води, що знаходяться нижче рівня земної поверхні в товщах гірських порід верхньої частини земної кори в усіх фізичних станах.

1. Питні підземні води – підземні води, що призначені для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення, а також харчової промисловості та тваринництва; якісні характеристики питних підземних вод у природному стані або після спеціальної водопідготовки повинні відповідати вимогам, установленим відповідними державними стандартами, нормативами екологічної безпеки водокористування і санітарними нормами.

2. Технічні підземні води – підземні води, що призначені для задоволення технічних і технологічних потреб; якісні характеристики технічних підземних вод у природному стані або після спеціальної водопідготовки повинні відповідати вимогам діючих галузевих нормативів або технічних умов водокористувача.

3. Під ґрунтовими водами розуміють вільні (гравітаційні) води першого від поверхні Землі стабільного водоносного горизонту, ув'язненого в рихлих відкладеннях або верхній тріщинуватій частині корінних порід, залягаючого на першому від поверхні, витриманому за площею водотривкому шарі.

4. До напірних (артезіанським) вод відносяться підземні води, що знаходяться у водоносних горизонтах, перекритих

водотривкими (або відносно водотривкими) шарами гірських порід, які мають гідростатичний тиск .

*Суб'єкти моніторингу підземних вод.*

*Моніторинг підземних вод здійснюють:*

*МНС* (на територіях, підпорядкованих Адміністрації зони відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення, а також в інших зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, а також у місцях виникнення надзвичайних ситуацій з загрозою виникнення радіаційного забруднення вод): вміст забруднюючих речовин, у тому числі радіонуклідів.

5. *МОЗ* (у місцях проживання і відпочинку населення, у тому числі на природних територіях курортів) – моніторинг підземних вод, що використовуються для господарсько-питного водопостачання та бальнеологічного лікування (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення).

6. *Державна санітарно-епідеміологічна служба МОЗ* відповідно до Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» здійснює моніторинг поверхневих та підземних вод у пунктах централізованого, децентралізованого господарсько-питного водопостачання та культурно-побутового водокористування (для купання, спорту і відпочинку населення, а також водойми в межах населених пунктів) вибірковими перевірками.

7. *Держводгосп* – вивчення глибини залягання та мінералізації ґрунтових вод.

8. *Держбуд* – моніторинг процесів підтоплення міст і селищ міського типу (небезпечне підняття рівня ґрунтових вод).

Відповідно до призначення державний моніторинг вод поділяється на: фоновий моніторинг, загальний моніторинг, кризовий моніторинг.

## 10.3 Організація моніторингу підземних вод

### 10.3.1 Організація спостережень фонового моніторингу підземних вод

Фоновий моніторинг підземних вод здійснюють на регіональному рівні геологічні територіальні організації Мінекоресурсів шляхом систематичних спостережень за підземними водами на спеціальній мережі пунктів (свердловини, колодязі та джерела) з метою одержання інформації для оцінювання і прогнозування змін стану водних об'єктів внаслідок промислової та господарської діяльності.

*Програми спостережень.*

Періодичність замірів рівня, температури і дебіту підземних вод проводиться залежно від режиму підземних вод (для замірів рівнів 1–10 разів на місяць по водопунктах природного і слабопорушеного режиму).

Проби води на хімічний аналіз підземних вод відбираються залежно від складності гідрогеологічного і гідрохімічного стану і поставлених завдань 1–12 разів на рік або частіше, залежно від виробничої необхідності підприємств, що використовують підземні води.

Мінімальна кількість проб для мікробіологічних та органолептичних показників – 4 проби на рік (за сезонами).

За даними щомісячного узагальнення і аналізу матеріалів вивчення режиму підземних вод геологічні територіальні організації Мінекоресурсів відповідно до Порядку здійснення державного моніторингу вод щорічно надають інформацію до районних та обласних держадміністрацій про зміни стану водних об'єктів із конкретними пропозиціями для прийняття заходів із раціонального використання підземних вод і охорони геологічного середовища.

На території держави складаються щорічні прогнози рівнів підземних (грунтових) вод та гідрогеологічні щорічники з

оцінювання стану підземних вод, які надаються зацікавленим органам виконавчої влади та організаціям.

### **10.3.2 Організація спостережень загального моніторингу**

При забрудненні або небезпеці забруднення підземних вод обсяг і спосіб спостережень за їх режимом або якістю визначається геологічними територіальними організаціями Мінекоресурсів та МОЗ залежно від значення і виду їх використання, а також з урахуванням можливих наслідків їх забруднення.

Лабораторний контроль якості підземних вод здійснюються підприємством, що забруднює підземні води.

Територіальними органами державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України здійснюється вибірковий контроль показників хімічного, радіологічного та бактеріологічного забруднення, які мають вплив на здоров'я населення.

Геологічні територіальні організації Мінекоресурсів здійснюють контроль показників мінералізації, жорсткості, хімічного забруднення.

Для контролю за станом підземних вод і своєчасного прийняття спеціальних заходів щодо їх охорони на усіх централізованих водозаборах підземних вод повинна бути обладнана мережа свердловин для проведення систематичних спостережень за якістю та рівнем підземних вод як на ділянці водозаборів, так і на прилеглих територіях, у межах депресійної воронки, з метою контролю впливу водозабору на довкілля (у т. ч. інші джерела водопостачання) та своєчасного визначення і прогнозу надходження до водозабору забруднених або природних некондиційних вод.

Налаштування, експлуатацію та контроль стану підземних водозаборів для господарсько-питного водопостачання

регламентують ГОСТ 2761-84, ГОСТ 2874-82, Правила Держжитлокомунгоспу.

Локальна мережа спостережень споруджується у місцях поверхневих сховищ промислових, сільськогосподарських та побутових стоків та відходів (шламонакопичувачі, відстійники, басейни-випарювачі, золовідвали та ін.), також у районах підземних сховищ нафти, нафтопродуктів та скраплених газів.

Ця мережа повинна охоплювати як ґрунтові води (перший від поверхні водоносний горизонт), так і напірні підземні води зони активного водообміну, які є або можуть бути джерелами централізованого водопостачання (міжпластові води).

#### Програми спостережень

На водозаборах підземних вод для водопостачання аналіз води впродовж першого року експлуатації проводять не рідше чотирьох разів (по сезонах року), у подальшому – не менше ніж один раз на рік.

#### *Спостереження за рівнем та витратою підземних вод*

На ділянках локальної (відомчої) мережі спостережень режиму підземних вод встановлюється залежність його зміни від режиму експлуатації штучних споруд, від дебіту (витрати експлуатаційних або поглинаючих свердловин, водовідливу із гірничих виробок, витрати дренажних споруд, об'ємів води, яка подається для поливу та ін.), а також від характеру роботи самих споруд. При наявності такого зв'язку до спостережень за станом підземних вод додаються також спостереження за режимом роботи експлуатаційних свердловин, колодязів, галерей та за режимом штучних факторів (полив або зрошення, водовідлив із гірничих виробок та ін.). При наявності взаємозв'язку підземних вод із поверхневими обов'язково необхідне проведення спостережень за режимом поверхневих вод.

Виміри рівня води у свердловинах для спостереження проводяться 1–10 разів на місяць (3, 9, 15, 21 і 27 числа).

Одночасно з виміром рівня води здійснюється і вимір температури підземних вод. Терміни спостережень можуть бути

змінені лише за узгодженням із геологічними територіальними організаціями Мінекоресурсів.

Виміри динамічного рівня води в експлуатаційних свердловинах і колодязях проводяться завжди в той самий встановлений час. При нецілодобовій роботі виміри динамічного рівня доцільно проводити перед зупинкою насосів.

Витрати води експлуатаційних свердловин (водовідбір) вимірюються в той самий час, що і виміри рівня води у свердловинах або у терміни, що узгоджені з геологічними територіальними організаціями Мінекоресурсів.

Обладнання експлуатаційних свердловин повинно з точністю вимірювати об'єм водовідбору і відповідний йому динамічний рівень води в свердловині, а також рівень води після зупинення насосів. У самовиливних свердловинах повинен бути забезпечений вимір рівня за допомогою манометра або п'єзометричних трубок (після виміру витрати та перекриття водовідливу).

У шурфах при неглибокому заляганні води (до 3 м) рівень її можна вимірювати переносною рейкою з точністю до 1 см. У свердловинах для спостереження, шурфах і колодязях при глибині залягання води до 20 м застосовується рулетка (сталева або полотняна, проткана дротяними нитками). До рулетки прикріплюється хлопавка. Точність вимірів 1 см. При глибині залягання підземних вод понад 20 м для вимірів рівня води застосовуються сталеві тросики з хлопавкою або штирем, а також електрорівнеміри. Усі виміри проводяться від марки, що занівельована на краю обсадної труби, на зрубі шурфу та ін.

Витрата водозабірних свердловин визначається головним чином за продуктивністю насосного обладнання з періодичним контролем об'ємним способом (визначається за секундоміром час наповнення посудини відомої місткості). Вимір витрати при цьому повинен проводитись завжди тим самим мірним посудом 3 рази поспіль. При неможливості об'ємного способу вимірів використовуються водозливи і водоміри. Точність вимірів в усіх випадках повинна бути у межах 10 %.



*Спостереження за температурою підземних вод*  
Необхідність проведення спостережень за температурою води на кожному конкретному об'єкті моніторингу підземних вод визначається геологічними територіальними організаціями Мінекоресурсів.

Виміри температури доцільно проводити у свердловинах, з яких відбирають проби на хімічний аналіз або вимірюють рівень води.

#### Програми спостережень

Спостереження проводяться у ті самі терміни, що й спостереження за рівнем та дебітом підземних вод. У свердловинах, з яких проводиться відкачка води, температуру вимірюють як перед відкачкою, так і після відкачки.

Температуру води вимірюють джерельними (лінивими) термометрами із поділками 0,1–0,2 град. Термометр повинен бути забезпечений паспортом, у якому вказуються поправки. Номер термометра і поправка до нього заносяться до польової книжки.

#### *Спостереження за хімічним складом та токсичністю підземних вод*

Точки спостереження, де відбираються проби води для вивчення хімічного складу, вибираються таким чином, щоб вони характеризували типові ділянки водоносного горизонту. У першу чергу такі точки спостереження визначаються на перетинах поперек шляху руху забруднюючих речовин або там, де є основні джерела забруднення.

#### Програми спостережень

При відборі проб води дотримуються вимог ГОСТ 2874 та ГОСТ 2761. Періодичність відбору проб визначається швидкістю просування фронту забруднення. Відбори проб повинні проводитись не рідше одного разу на квартал із ближчих до зони забруднення свердловин і раз на півроку – із свердловин, більш віддалених від зони забруднення, а також 1 раз на місяць із свердловин, які вже знаходяться у зоні забруднення вод. Бажано, щоб проби відбирались у середині

кварталу або півріччя. При різкій зміні гідрогеологічної обстановки (наприклад, у карстових районах) проби води можуть відбиратися 1 раз на місяць або частіше. У подальшому частота відбору проб повинна коригуватися залежно від результатів хімічних аналізів раніше відібраних проб.

Відбір проб води для вивчення її хімічного складу, бактеріологічних і органолептичних показників необхідно проводити як під час проведення дослідно-фільтраційних досліджень, так і під час спостережень за режимом підземних вод горизонту, що оцінюється, та суміжних із ним водоносних горизонтів і поверхневих вод. У межах розвідувальної ділянки у водоносному горизонті, що вивчається, відбір проб води є обов'язковим з усіх свердловин, що використовуються для оцінювання запасів підземних вод, а також із свердловин, джерел і поверхневих вод водотоків (водоймищ), що розташовані в зоні впливу водозабору.

Частоту відбирання проб води, кількість та види аналізів, а також перелік компонентів, які підлягають визначенню, необхідно встановлювати залежно від складності гідрохімічних умов ділянки, цільового призначення води, відповідно вимогами чинних державних стандартів для питних вод та вимогами водокористувачів для технічних вод.

Найважливішою умовою одержання достовірної інформації про склад води є дотримання правил відбору, транспортування і зберігання проб, що розрізняються залежно від мети аналітичного дослідження, об'єкта контролю і комплексу хімічних визначень. Основними вимогами є: характеристики проби у просторі та часі (відібрана проба у момент відбору і в пункті відбору повинна з можливою повнотою представляти контрольований потік підземних вод), незмінність складу в період від відбору до аналізу і достатній об'єм для запланованих визначень. У програмі відбору регламентується апаратура для відбору і її підготовка, необхідний об'єм води, методи консервації – залежно від визначуваних параметрів хімічного складу і методів аналітичних

визначень, умови і граничні терміни зберігання, транспортування.

При відборі проб з свердловин необхідно виключити вплив на хімічний склад металу труб, який є сильним відновником, що забезпечується прокачуванням декількох об'ємів води в стовбурі свердловини перед відбором.

При необхідності визначення нестійких та летких компонентів за нових термодинамічних умов компонентів складу (при відборі проби міняються температура, тиск, окислювально-відновні умови, що може призводити до випадання осаду, втрати розчинених газів), бажано користуватися методами польового аналізу безпосередньо у джерела води відразу після відбору проби. Якщо це неможливо, необхідно користуватися методами консервації для нестійких компонентів. Перспективним є проведення аналізу без відбору проби безпосередньо в свердловині (після прокачування) з використанням багатоканальних зондів.

Відбір проб води із кожної точки спостережень (свердловина, шурф, колодязь) повинен проводитись із тієї самої попередньо встановленої глибини. При цьому вода відбирається після попередньої ретельної очистки свердловин і відкачки для вилучення води, що застоюлася, і прокачки фільтра. Об'єм води, що відкачується, повинен перевищувати 1,5–2,0 об'ємів стовпа води у свердловині. Лише в окремих випадках дозволяється відбір проб із непрокачених свердловин; якщо вони пробурені на водоносні горизонти з високою швидкістю фільтрації (тріщинувато-карстові породи, гравійно-галечні відклади).

Проби води з свердловин відбираються за допомогою пробовідбірників. При відборі проби води на хімічний аналіз безпосередньо з джерела визначаються нестійкі та леткі компоненти або проводиться їх консервація.

Визначення токсичності підземних вод виконується за методиками біотестування ракоподібних та на бактеріях.

*Радіаційний контроль підземних вод*

Забруднення підземних вод радіоактивними речовинами обумовлено витіканням радіоактивних розчинів та стічних вод із підземних комунікацій підприємств, які використовують радіонукліди, при порушенні правил спорудження чи експлуатації могильників радіоактивних відходів, фільтрацією з технічних водоймищ АЕС та іншим.

Контроль за чистотою підземних вод здійснюють за допомогою аналізів проб, узятих із спостережних свердловин, а при наявності гамма-випромінюючих ізотопів – проведенням замірів гамма-випромінювання безпосередньо у створах цих свердловин.

Свердловини необхідно бурити нижче цих споруд у напрямі руху підземних вод і розкривати ними водоносний горизонт при невеликій потужності (менше 10 м) або лише його верхню частину на глибину 5–10 м від найнижчого рівня ґрунтових вод, якщо цей горизонт має велику потужність.

Проби беруть у різні сезони року, але не менше 4 разів на рік. Перед узяттям проби вимірюють рівень води у свердловині, а потім з неї відкачують 2–3 об'єми води. Після відкачування пробу беруть спеціальним стаканом із нержавіючої сталі (бажано окремим для кожної свердловини). Об'єм проби повинен забезпечити проведення радіометричних вимірювань, радіохімічного і хімічного аналізів води.

#### **10.4 Організація моніторингу ґрунтових вод**

Спостереження за ґрунтовими водами загального моніторингу включають спостереження на зрошуваних, осушуваних і прилеглих до них землях, на еталонних осушувальних системах та в сільських населених пунктах у зоні впливу меліоративних систем. До складу спостережень входять спостереження за режимом рівнів, мінералізацією і хімічним складом ґрунтових вод.

Спостереження здійснюються на стаціонарних точках гідрорежимної мережі. Щільність точок спостережень

встановлюється залежно від місцевих умов та мінералізації ґрунтових вод і повинна відповідати ВБН 33.5.5-01-97 «Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу».

#### Програми спостережень

Відбір проб на якість ґрунтових та підземних вод здійснюється:

- на зрошуваних угіддях двічі на рік (на початок вегетаційного та кінець поливного періодів);
- на осушуваних угіддях двічі на рік (на передпосівний та середину вегетаційного періодів);
- на еталонних осушувальних системах 4 рази на рік (за сезонами року).

Результати спостережень надаються у складі інформації про меліоративний стан земель.

*Спостереження за режимом ґрунтових вод* кризового моніторингу включають спостереження на підтоплених меліоративних і богарних землях та в підтоплених сільських населених пунктах.

*Спостереження за рівнями ґрунтових вод* на зрошуваних, осушуваних і прилеглих до них землях у сільських населених пунктах у зоні впливу меліоративних систем здійснюються на стаціонарній та тимчасовій мережі спостережень, розташування якої регламентовано ВБН 33-5.5-01.97. Щільність точок спостережень встановлюється залежно від місцевих умов. Але при несталому режимі не повинна бути меншою ніж 1 точка на 250 га.

У місцях можливого впливу промислових та природних об'єктів на рівні ґрунтових вод на меліорованих землях гідрогеологічні створи повинні розташовуватись із урахуванням його впливу. До складу спостережень за рівнями ґрунтових вод входять:

- безпосередні спостереження за рівнями ґрунтових вод на зрошуваних та прилеглих до них незрошуваних землях і в

сільських населених пунктах у зоні впливу меліоративних систем;

– спостереження за рівневим режимом напірних водоносних горизонтів, з якими можуть бути гідравлічно пов'язані ґрунтові води.

Спостереження за рівнями ґрунтових вод на зрошуваних і прилеглих до них землях із глибинами залягання ґрунтових вод до 1,5 м, у сільських населених пунктах з глибинами залягання ґрунтових вод до 2,5 м та на еталонних осушувальних системах проводяться в теплий період року шість разів на місяць (5, 10, 15, 20, 25 та 30 числа кожного місяця), в холодний період року – три рази на місяць (10, 20 та 30 числа кожного місяця). Спостереження за рівнями ґрунтових вод на зрошуваних і прилеглих до них землях із глибинами залягання рівнів ґрунтових вод більше 1,5 м та на нееталонних осушувальних системах проводять один раз на місяць у теплий період року. На ділянках, захищених вертикальним дренажем, спостереження за рівнями ґрунтових вод проводяться шість разів на місяць (5, 10, 15, 20, 25 та 30 числа кожного місяця) впродовж року. Залежно від гідрогеологічних параметрів дренажної території періодичність замірів може бути зменшена або збільшена. Зміна періодичності замірів обґрунтовується.

Інформація про рівні ґрунтових вод на підтоплених зрошуваних і прилеглих до них територіях та в підтоплених сільських населених пунктах у зоні впливу меліоративних систем надається за станом на 1 жовтня.

## **Висновки**

*Об'єктом* моніторингу підземних вод є підземні води, що оцінюються як в якісному, так і в кількісному аспекті, як корисні копалини та як чинники геологічного перетворення оточуючого середовища.

Підземні води – води, що знаходяться нижче рівня земної поверхні в товщах гірських порід верхньої частини земної кори

в усіх фізичних станах. Вони класифікуються на питні, технічні, ґрунтові, артезіанські.

*Суб'єктами моніторингу підземних вод є: МНС, МОЗ, Державна санітарно-епідеміологічна служба МОЗ, Держводгосп, Держбуд.*

Відповідно до призначення державний моніторинг вод поділяється на: фоновий моніторинг, загальний моніторинг, кризовий моніторинг.

Фоновий моніторинг підземних вод здійснюють на регіональному рівні геологічні територіальні організації Мінекоресурсів шляхом систематичних спостережень за підземними водами на спеціальній мережі пунктів (свердловини, колодязі й джерела) з метою одержання інформації для оцінок і прогнозування змін стану водних об'єктів внаслідок промислової та господарської діяльності.

Періодичність замірів рівня, температури і дебіту підземних вод при фоновому моніторингу проводиться залежно від режиму підземних вод (для замірів рівнів 1–10 разів на місяць по водопунктах природного і слабопорушеного режиму). Проби води на хімічний аналіз підземних вод відбираються залежно від складності гідрогеологічного і гідрохімічного стану і поставлених завдань 1–12 разів на рік або частіше залежно від виробничої необхідності підприємств, що використовують підземні води. Мінімальна кількість проб для мікробіологічних та органолептичних показників – 4 проби на рік (за сезонами).

При забрудненні або небезпеці забруднення підземних вод обсяг і спосіб спостережень загального моніторингу за режимом або якістю визначається геологічними територіальними організаціями Мінекоресурсів та МОЗ залежно від значення і виду їх використання, а також з урахуванням можливих наслідків їх забруднення.

Для контролю за станом підземних вод і своєчасного прийняття спеціальних заходів щодо їх охорони створюється стаціонарна та локальна мережа спостережень. Стаціонарна мережа створюється на ділянках водозаборів і на прилеглих

територіях, у межах депресійної воронки, з метою контролю впливу водозабору на довкілля.

Локальна мережа спостережень споруджується у місцях поверхневих сховищ промислових, сільськогосподарських та побутових стоків та відходів, також у районах підземних сховищ нафти, нафтопродуктів та скраплених газів.

При проведенні загального моніторингу проводяться спостереження за *рівнем та витратою підземних вод*, температурою, за *хімічним складом та токсичністю підземних вод*, *радіаційний контроль підземних вод*.

Спостереження за ґрунтовими водами загального моніторингу включають спостереження на зрошуваних, осушуваних і прилеглих до них землях, на еталонних осушувальних системах та в сільських населених пунктах у зоні впливу меліоративних систем. До складу спостережень входять спостереження за режимом рівнів, мінералізацією і хімічним складом ґрунтових вод.

### **Питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення поняттю «об'єкт моніторингу підземних вод».
2. Перелічіть організації – суб'єкти моніторингу підземних вод.
3. Назвіть види державного моніторингу підземних вод
4. Сформулюйте призначення та порядок проведення фонових моніторингу підземних вод.
5. Назвіть параметри, що контролюються при проведенні фонових моніторингу підземних вод.
6. Яким чином вибирається мережа спостережень при проведенні загального моніторингу вод?
7. За якими параметрами проводиться контроль стану підземних вод при проведенні загального моніторингу?
8. Назвіть програми спостережень за показниками підземних вод при загальному моніторингу.



9. Яким чином проводяться спостереження за хімічним складом та токсичністю підземних вод?

10. Охарактеризуйте принципи проведення моніторингу ґрунтових вод.

## Тема 11 Правові основи моніторингу ґрунтів. Організація мережі моніторингу ґрунтів

*Зміст теми:*

11.1 Правові засади державного моніторингу земель.

11.1.1 Земельний кодекс України.

11.1.2 Положення про моніторинг земель.

11.2 Організація мережі моніторингу ґрунтів.

11.2.1 Спостереження за агрофізичним станом земель.

11.2.2 Спостереження за хімічним забрудненням ґрунтів.

*Ключові терміни:* забруднення, моніторинг ґрунтів, законодавчі акти, ключова ділянка, проби, показники.

Ґрунтовий покрив Землі є найважливішим компонентом біосфери. Саме ґрунтова оболонка визначає багато процесів, що відбуваються в біосфері. Найважливіше значення ґрунтів полягає в акумуляції органічної речовини, різних хімічних елементів, а також енергії. Ґрунтовий покрив виконує функції біологічного поглинача, руйнівника і нейтралізатора різних забруднень, а так само ґрунту відведена найважливіша роль у житті суспільства, оскільки він є джерелом продовольства, що забезпечує 95–97% продовольчих ресурсів для населення планети. Якщо ця ланка біосфери буде зруйнована, то функціонування біосфери, що склалася, необоротно порушиться.

Тому надзвичайно важливе вивчення глобального біохімічного значення ґрунтового покриву, його сучасного стану і зміни під впливом антропогенної діяльності, оскільки ефективний захист довкілля від небезпечних хімічних реагентів неможливий без достовірної інформації про міру забруднення ґрунтів. Все вищенаведене обумовлює створення системи моніторингу за станом ґрунтів.

Моніторинг земельних ресурсів здійснюють на трьох рівнях – глобальному, регіональному та локальному.

У розрізі системи Глобального моніторингу довкілля на території України для спостереження за забрудненням ґрунтів створена лабораторія спостережень за забрудненням ґрунтів і моніторингу, що заснована у 1976 році у складі Київської гідрометеорологічної обсерваторії. Проведення спостережень за забрудненням ґрунтів включало вибіркове визначення токсикантів промислового походження, а також спостереження за забрудненням ґрунтів сільськогосподарських угідь залишковими кількостями пестицидів та нітратів, важкими металами, радіонуклідами.

### **11.1 Правові засади державного моніторингу земель**

Правові засади щодо діяльності системи державного моніторингу ґрунтів України викладені в державних законодавчих документах: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Земельний кодекс України, «Положення про державну систему моніторингу довкілля», Закони України «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням та охороною земель», Постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. (із змінами від 25.04.2012 р.) «Про затвердження Положення про моніторинг земель», а також Наказ Мінагропрому України № 51 від 26.02.2004 р. «Про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення».

#### **11.1.1 Земельний кодекс України**

Земельний кодекс встановлює повноваження Верховної Ради України в галузі земельних відносин. Відповідно до статті 19 Земельного кодексу землі України за основним цільовим призначенням поділяються на такі категорії: землі сільськогосподарського призначення, землі житлової та громадської забудови, землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення, землі оздоровчого

призначення, землі рекреаційного призначення, землі історико-культурного призначення, землі лісогосподарського призначення, землі водного фонду, землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.

Глава 33, стаття 191 встановлює основні положення моніторингу земель.

Глава 34 дає визначення та формулює призначення державного земельного кадастру. Державний земельний кадастр – єдина державна геоінформаційна система відомостей про землі, розташовані в межах кордонів України, їх цільове призначення, обмеження у їх використанні, а також дані про кількісну і якісну характеристику земель, їх оцінку, про розподіл земель між власниками і користувачами.

Призначенням державного земельного кадастру є забезпечення необхідною інформацією органів державної влади та органів місцевого самоврядування, установ і організацій, а також громадян із метою регулювання земельних відносин, раціонального використання та охорони земель, визначення розміру плати за землю і цінності земель у складі природних ресурсів, контролю за використанням і охороною земель, економічного та екологічного обґрунтування бізнес-планів та проектів землеустрою.

### **11.1.2 Положення про моніторинг земель**

Державний моніторинг земель України здійснюється згідно з «Положенням про моніторинг земель». Цей документ встановлює основні вимоги до організації державного моніторингу земель, до взаємодії міністерств і відомств під час його проведення, до забезпечення органів державної виконавчої влади інформацією для прийняття рішень, пов'язаних із станом земельного фонду України. Загальні положення щодо моніторингу земель зводяться до таких.

**Моніторинг земель** – це система спостереження за станом земель із метою своєчасного виявлення змін, їх оцінювання, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

Об'єктом моніторингу є всі землі незалежно від форми власності на них. Складовою частиною моніторингу земель є моніторинг ґрунтів.

Залежно від мети спостережень та ступеня охоплення територій проводиться такий моніторинг земель: національний – на всіх землях у межах території України; регіональний – на територіях, що характеризуються єдністю фізико-географічних, екологічних та економічних умов; локальний – на окремих земельних ділянках та в окремих частинах ландшафтно-екологічних комплексів.

Моніторинг земель складається із систематичних спостережень за станом земель (агрохімічна паспортизація земельних ділянок, зйомка, обстеження і вишукування), виявлення у ньому змін, а також проведення оцінювання: стану використання земельних ділянок; процесів, пов'язаних із змінами родючості ґрунтів (розвиток водної і вітрової ерозії, втрата гумусу, погіршення структури ґрунту, заболочення і засолення), заростання сільськогосподарських угідь, забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та іншими токсичними речовинами; стану берегових ліній річок, морів, водойм; процесів, пов'язаних з утворенням ярів, зсувів, сільовими потоками, землетрусами, карстовими, кріогенними та іншими явищами; стану земель населених пунктів, територій, зайнятих нафтогазодобувними об'єктами, очисними спорудами, гноєсховищами, складами паливно-мастильних матеріалів, добрив, стоянками автотранспорту, захороненням токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів, а також іншими промисловими об'єктами.

Спостереження за станом земель *залежно від терміну та періодичності* їх проведення поділяються на: базові (вихідні, що фіксують стан об'єкта спостережень на момент початку ведення

моніторингу земель), періодичні (через рік і більше), оперативні (фіксують поточні зміни).

Проведення моніторингу земель здійснюється у такому порядку: виконання спеціальних зйомок і обстежень земель; виявлення негативних факторів, вплив яких потребує здійснення контролю; оцінювання, прогноз, запобігання впливу негативних процесів.

На локальному рівні моніторинг земель проводять районні, міські відділи, управління земельних ресурсів, на регіональному – управління земельних ресурсів, на національному – Держземагентство.

Ведення моніторингу земель здійснює Держземагентство за участю Мінприроди, Мінагрополітики, Національної академії аграрних наук та Державного космічного агентства.

Основою технічного забезпечення моніторингу є автоматизована інформаційна система.

За результатами оцінювання стану земель складаються звіти, прогнози та рекомендації, що подаються до місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та Держземагентства для вжиття заходів до запобігання і ліквідації наслідків негативних процесів.

## **11.2 Організація мережі моніторингу ґрунтів**

Міністерство надзвичайних ситуацій на мережі державної гідрометеорологічної служби здійснює моніторинг забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель пестицидами та важкими металами у населених пунктах. Проби відбираються раз у п'ять років, проби на важкі метали у містах Костянтинівка та Маріуполь відбираються щороку. Державна екологічна інспекція здійснює відбір проб на промислових майданчиках у межах країни. Загальна кількість параметрів, що вимірюються, 27. Установи МОЗ здійснюють моніторинг стану ґрунтів на територіях їх можливого негативного впливу на здоров'я населення. Найбільше охоплені території вирощення

сільськогосподарської продукції, території в місцях застосування пестицидів, ґрунти в зоні житлових масивів, дитячих майданчиків та закладів. Досліджуються проби ґрунту в місцях зберігання токсичних відходів на території підприємств та поза територією підприємств у місцях їх складування або захоронення. Мінагрополітики здійснює спостереження за ґрунтами сільськогосподарського використання. Здійснюються радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів.

### **11.2.1 Спостереження за агрофізичним станом земель**

Масштаб або вибір репрезентативних ділянок – це найважливіший аспект методики агрофізичного обстеження, при обґрунтуванні якого необхідно враховувати лише тип ґрунту, його підтип, гранулометричний склад і ступінь еродованості. Таким чином, для проведення агрофізичного обстеження господарства або іншої територіальної одиниці потрібно, спираючись на структуру ґрунтового покриву (результат великомасштабного ґрунтового обстеження), виділити основні типи та підтипи орних ґрунтів та їх різновиди за гранулометричним складом. Після цього, проаналізувавши за картою ступінь фактичної еродованості території, необхідно визначити кількість об'єктів для обстеження.

Наприклад, номенклатурний список ґрунтів господарства включає 5 ґрунтових одиниць, на яких в основному розміщено орні землі. Серед них є 3 ґрунтові одиниці, кожна з яких за гранулометричним складом має два різновиди. Отже, кількість об'єктів становить  $2 + 6 = 8$ . Але 4 ґрунтові одиниці мають крім того середню і сильну ступінь еродованості, і це означає, що кількість об'єктів спостереження збільшується ще на 4 одиниці. Всього для цього господарства маємо 12 об'єктів.

За прийнятою методикою агрофізичне обстеження включає визначення щільності складення ґрунту в шарах 0–10, 15–25, 30–40 см та аналіз структурного складу і водотривкості

агрегатів у зразках ґрунту з тих самих глибин. Повторність визначення: щільність складення – по чотири вимірювання на кожній глибині, структура – два зразки ґрунту з кожної глибини, визначення водотривкості агрегатів визначається в 4 наважках з кожної глибини. Кращі строки обстежень – червень-липень, до початку збирання врожаю зернових культур. Періодичність агрофізичного обстеження встановлюється з урахуванням можливого впливу на фізичний стан ґрунтів таких факторів: кількість мінеральних добрив, маса (вага) сільськогосподарської техніки та інтенсивність її використання, частка просапних культур у структурі посівних площ господарства, наявність зрошувальних систем, періодичність і норми внесення органічних добрив. Орієнтовна періодичність обстеження становить:

– **5 років**, якщо кількість мінеральних добрив < 60 кг/га кожного виду; середня маса техніки і інтенсивність її використання 25–50 т.км/га в рік; кількість просапних культур < 50 %; кількість органічних добрив > 10 т/га в рік; зрошення лише в овочевій сівозміні;

– **3 роки**, якщо кількість мінеральних добрив > 60 кг/га кожного виду; середня маса техніки і інтенсивність її використання > 50 т.км/га в рік; кількість просапних культур > 50 %; кількість органічних добрив < 10 т/га в рік; зрошення в польових сівозмінах.

Результати визначення структурно-агрегатного складу можуть бути використані для оцінювання структурного стану ґрунту. Перш за все, враховується такий показник, як сума агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм). За цією ознакою пропонується шкала Долгова і Бахтіна. При оцінюванні рівноважної щільності складення (визначеної перед початком весняних польових робіт, або через 1–2 місяці після останнього обробітку) необхідно виходити з того, що для ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу оптимальні показники знаходяться в межах 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>. Для супіщаних і піщаних ґрунтів відповідні параметри становлять 1,3–1,5 г/см<sup>3</sup>.



Якщо рівноважна щільність перевищує зазначені параметри, то це свідчить, що ґрунт знаходиться в деградованому стані і потребує відповідного втручання (внесення підвищених норм гною, застосування полегшеної техніки чи глибокого обробітку).

### **11.2.2 Спостереження за хімічним забрудненням ґрунтів**

*Задачі спостережень* за станом забруднення ґрунтів (ЗГ) містять:

1) реєстрацію сучасного рівня хімічного ЗГ, виявлення географічних закономірностей і динаміки тимчасових змін ЗГ залежно від розташування і технологічних параметрів джерел забруднення;

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

3) обґрунтування складу і характеру заходів із регулювання можливих негативних наслідків у результаті ЗГ і заходів, спрямованих на докорінне поліпшення стану вже забруднених ґрунтів;

4) забезпечення зацікавлених організацій інформацією про рівень ЗГ.

Виходячи з цих задач, можна виділити такі *види спостережень*:

- режимні або систематичні спостереження;
- комплексні спостереження, що включають дослідження процесів міграції ЗР у системах: повітря-ґрунт, ґрунт-рослина, ґрунт-вода і ґрунт-донні відкладення;
- вивчення вертикальної міграції ЗР;
- спостереження за рівнем ЗГ у певних пунктах.

Моніторинг забруднення ґрунтів токсичними відходами в містах і їх околицях має експедиційний характер. Перед реалізацією польової програми таких спостережень визначають кількість точок відбору проб, складають схему їх

територіального розміщення, планують польові маршрути і послідовність робіт, встановлюють терміни виконання робіт, формують топографічний матеріал і ґрунтові карти, проводять інвентаризацію джерел забруднення прилеглих територій.

**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, зазначаючи номер і координати. При локальному забрудненні ґрунтів для визначення досліджуваних ділянок використовують систему концентричних кіл, розташованих на диференційованих відстанях від джерела забруднення, зазначаючи 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: у 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.

**Ключова ділянка** — ділянка (площею 1–10 га), яка характеризує типові поєднання ґрунтових умов і умов рельєфу, рослинності та інших компонентів фізико-географічного середовища.

На цих ділянках розташовують мережу опорних розрізів, пункти і площадки відбору проб.

При спостереженні за рівнем забруднення ґрунтів токсичними речовинами велике значення має порівняння змін,

які відбуваються залежно від збільшення чи зменшення впливу того чи іншого фактора. Ці закономірності можна виявити за допомогою ґрунтово-геоморфологічних профілів, що перетинають усю територію вздовж переважаючих напрямків вітру.

**Ґрунтово-геоморфологічний профіль** — вузька, лінійоподібна смуга земної поверхні, на якій встановлена кореляція ступеня забруднення ґрунтів з одним або кількома екологічними факторами.

Комплексний аналіз інформації, одержаної з ґрунтово-геоморфологічних профілів і ключових ділянок дає змогу одержати цілісну характеристику ситуації щодо забруднень токсичними речовинами.

З метою встановлення інтенсивності надходження токсичних речовин у ґрунт щорічно відбирають проби снігу ранньою весною до початку підсніжного стоку талої води. З 1 га одержують 20—30 точкових проб, які утворюють об'єднаний зразок.

Ряд особливих вимог необхідно дотримуватися при пробовідборі ґрунту на території промислових підприємств і в мегаполісі. Зокрема, вибір точок відбору проб рекомендується робити з урахуванням розташування відповідних виробництв, місць зберігання відходів, вулично-транспортної мережі, а також метеорологічних умов і т. п.

Особливо ретельно здійснюється моніторинг стану ґрунтів біля потенційно небезпечних об'єктів, у т. ч. біля місць видалення відходів як промислового, так і побутового походження.

Реалізуючи програму спостережень за рівнем забруднення ґрунтів токсичними відходами в містах, зважають на планування населеного пункту, рельєф місцевості, висоту будівель, розподілення атмосферних опадів і дощового стоку, частку в забрудненні території міста викидами автотранспорту та місцевих промислових підприємств. Відбір проб проводиться

за мережею квадратів. З території 100 га відбирають 5—6 зразків на глибині 20 см.

Матеріал для аналізу рекомендовано збирати в сухий період року — влітку або ранньою осінню (період збирання врожаю основних сільськогосподарських культур). При стаціонарних спостереженнях відбір проб проводять незалежно від експедиційних робіт. Повторний моніторинг забруднення ґрунтів токсичними відходами обстеженої території здійснюють через 5—10 років.

Опорні розрізи закладають на глибині 2 м або до рівня ґрунтових вод, загальні розрізи — до глибини 30 см. Проби сухих ґрунтів відбирають у полотняні щільні мішечки, мокрі — в поліетиленові, які після доставки в лабораторію негайно сушать у приміщенні, що добре провітрюється, й аналізують.

Об'єднану пробу ґрунту готують з точкових проб. При визначенні в ґрунті речовин, що поверхнево розподіляються, точкові проби зазвичай відбирають за допомогою трубчастого пробовідбірника пошарово на глибині 0, 5 і 20 см масою до 0,2 кг. При оцінюванні забруднення ґрунту летючими сполуками або речовинами з високою здатністю до вертикальної міграції проби відбирають за всією глибиною ґрунтового профілю і поміщають у ємності, що герметично закриваються.

При відборі ґрунту для **радіоекологічних досліджень** відбір зразків повинен проводитися таким чином, щоб їх радіоактивність характеризувала якомога більшу територію, а місця відбору були обмежені ділянками з горизонтальною поверхнею і мінімальним строком. Крім того, зразки радіоактивних проб повинні відбиратися з відкритих цілинних ділянок із не порушеною структурою. На обстежуваній ділянці бажано виконати попередню гамма-радіометричну зйомку. Вимірювання рекомендується робити на висоті 1 м від поверхні і не ближче 2 м герметично закриваються 5 м від стін будівель. Одночасно з радіоактивними зразками ґрунту відбирають і проби рослинності. При вивченні міграції радіонуклідів у наземних екосистемах для кожного ландшафту вибирають

найбільш характерні ділянки впродовж всього профілю від вододілу до знижених елементів рельєфу. Для відбору зразків закладають розрізи розміром 70x150 см і глибиною 1–2 м (залежно від типу ґрунтів ) і відбирають проби по горизонтах безперервно по всьому розрізу. Товщина, що відбирається для радіометричних аналізів шарів, як правило, не перевищує 2–5 см.

***Забруднення ґрунтів пестицидами.*** Дослідження забруднення ґрунтів проводяться на постійних і тимчасових пунктах. Постійні пункти створюються на період не менший за 5 років. Кількість 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, у «буферній зоні» заповідників.

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

Як правило, у господарстві обстежується 8–10 полів під основними культурами. З області щорічно потрібно 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 (виімок), відібраних у полі по діагоналі тростяним ґрунтовим буром, який занурюється на глибину орного шару (0–20 см). Маса проби становить 15–20 г. Якщо обстеження провадяться 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 0,8x1,5x2,0 м. Коротка стінка шурфу (лицьова або робоча) на момент опису повинна бути звернена до сонця. Проби беруться на лицьовій стороні шурфу, починаючи з нижніх горизонтів. Із кожного генетичного горизонту ґрунту береться один зразок товщиною 10 см.

Площа поля, що характеризується однією пробєю, 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). Маса одержаного початкового зразка становить 400–500 г. Початкові проби повинні аналізуватися в природно-вологому стані. Якщо аналіз упродовж дня не може бути зроблений за будь-яких причин, то проби висушуються до повітряно-сухого стану в захищеному від сонця місці.

**Забруднення ґрунтів 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 і якість топографічного матеріалу і 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 (рис. 1).

Із 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 важкі метали, 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 із найбільшим забрудненням будуються сектори шириною 200–300 м поблизу джерел забруднення з поступовим розширенням до 1–3 км. У місцях перетину осей секторів із колами розташовуються *ключові ділянки*, на них – мережа опорних розрізів, пункти і майданчики взяття проб.

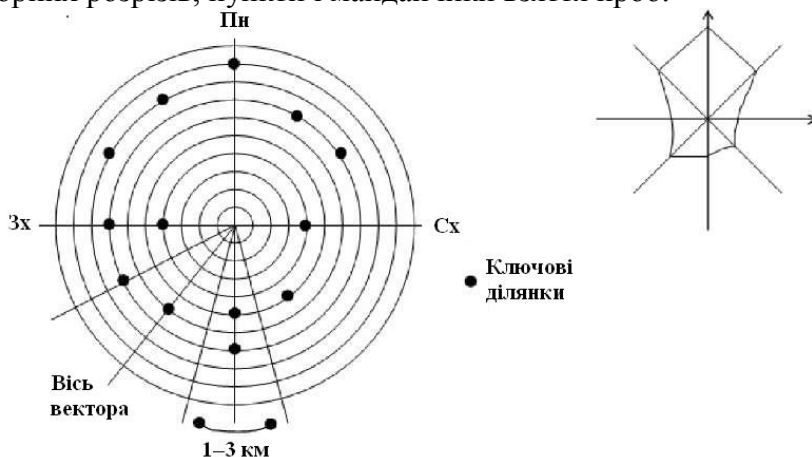


Рисунок 1 – Карта-схема проведення спостережень забруднення ґрунтів важкими металами навколо підприємства

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

Спочатку проводиться 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 детальне обстеження потрібно провести на ключових ділянках, уздовж потоків, що переважають. Порівняння змін рівня забруднення, що відбуваються зі збільшенням або зменшенням впливу того або іншого фактора, і викликаних цими змінами закономірних змін ступеня забруднення ґрунтів ВМ у просторі проводяться на ґрунтово-геоморфологічних профілях.

Техногенні викиди, що надходять у ґрунт через атмосферу, зосереджуються, в основному, у верхніх шарах ґрунту (2–5 см). Нижні горизонти забруднюються внаслідок обробки ґрунтів (оранка, культивація, боронування), а також дифузійного і конвективного перенесення через ґрунтові тріщини, ходи тварин і рослин. На ріллі пробу потрібно відбирати в шарі 0–10 і 10–20 см, на ціліні і старому перелозі – 0–2,5; 2,5–5; 5–10; 10–20; 20–40 см. Як правило, при вивченні ґрунту відбирають проби гумусового горизонту з глибини близько 20 см. Із кожної точки відбирають близько 1 кг (за обсягом близько 0,5 л), але не менше 0,5 кг ґрунту.

Із метою встановлення інтенсивності надходження ВМ у ґрунт щорічно проводиться відбір проб снігу. Об'єднаний зразок снігу з площі 1 га складається з 20–40 точкових проб. Проба береться ранньою 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 56 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, у 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.

## **Висновки**

Правові засади щодо діяльності системи державного моніторингу ґрунтів України викладені в низці державних законодавчих документів.

Земельний кодекс встановлює повноваження Верховної Ради України в галузі земельних відносин; наводить категорії земель за основним цільовим призначенням; встановлює основні положення моніторингу земель; дає визначення та формулює призначення державного земельного кадастру.

Державний моніторинг земель України здійснюється згідно з «Положенням про моніторинг земель».

Моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінювання, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів. Об'єктом моніторингу є всі землі незалежно від форми власності на них. Складовою частиною моніторингу земель є моніторинг ґрунтів.

Залежно від мети спостережень та ступеня охоплення територій проводиться такий моніторинг земель: національний, регіональний, локальний. Спостереження за станом земель залежно від терміну та періодичності їх проведення поділяються на: базові, періодичні, оперативні.

Агрофізичне обстеження включає визначення щільності складення ґрунту та аналіз структурного складу і водотривкості агрегатів.

Спостереження за хімічним забрудненням ґрунтів діляться на такі види: *режимні, комплексні спостереження, вивчення*

*вертикальної міграції ЗР, спостереження за рівнем забруднення ґрунтів у певних пунктах.*

**Ключова ділянка** — ділянка, що характеризує типові поєднання ґрунтових умов і умов рельєфу. На цих ділянках розташовують мережу опорних розрізів, пункти і площадки відбору проб.

**Ґрунтово-геоморфологічний профіль** — вузька, лінійоподібна смуга земної поверхні, на якій встановлена кореляція ступеня забруднення ґрунтів з одним або кількома екологічними факторами.

### **Питання для самоперевірки**

1. Перелічіть основні законодавчі акти в галузі моніторингу земель.
2. Наведіть основні положення «Земельного кодексу».
3. Дайте визначення поняття «Моніторинг земель».
4. Перелічіть об'єкти та суб'єкти моніторингу.
5. Наведіть класифікацію видів спостережень земель залежно від мети.
6. Наведіть класифікацію видів спостережень земель залежно від мети.
7. Наведіть класифікацію видів спостережень земель залежно від терміну та періодичності.
8. Наведіть принципи проведення агрофізичного моніторингу.
9. Назвіть види спостережень при хімічному забрудненні ґрунтів.
10. Дайте визначення ключової ділянки та геоморфологічного профілю.
11. Яким чином проводиться спостереження за радіоактивним забрудненням ґрунтів?
12. Як здійснюється відбір проб ґрунту при хімічному забрудненні ґрунтів?

## **Тема 12 Нормування та оцінювання стану ґрунтів**

*Зміст теми:*

12.1 Нормування стану ґрунтів.

12.2 Принцип контролю забруднення ґрунтів.

12.3. Оцінювання стану ґрунтів.

12.3.1 Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами.

12.4 Санітарні та біологічні показники оцінювання стану ґрунтів.

12.5 Класифікація ґрунтів за впливом хімічних забруднюючих речовин.

12.6 Гігієнічне оцінювання ґрунтів населених пунктів.

*Ключові терміни:* забруднення, показники, нормування, оцінювання, гранично допустима концентрація, фонові концентрація.

### **12.1 Нормування стану ґрунтів**

Існуючі підходи щодо нормування техногенних забруднень у ґрунті, оснований на оцінюванні впливу кількості забруднювача на комплекс показників за тими або іншими критеріями. Ґрунт найбільш інтенсивно акумулює забруднення, що надходять на його поверхню й, утримуючи частину з них, віддає інше контактуючим середовищам з різною енергією, що залежить від різноманітних причин. Залежно від властивостей ґрунту й сучасної динаміки ґрунтових процесів, техногенні забруднювачі, що попадають в ґрунт розкладаються, виносяться за межі ґрунтового профілю, втрачають токсичність або, навпаки, накопичуються в доступних формах, перетворюються в більш токсичні сполуки, порушують нормальне функціонування ґрунтової біоти, а отже, і всієї ґрунтової системи.

Тому поряд із вивченням стабільності речовини в різних типах ґрунтів, її впливу на мікробіоценоз, умов метаболізму,

необхідно визначити ступінь і умови її міграції в навколишньому середовищі.

При санітарно-гігієнічному нормуванні забруднюючих речовин враховуються показники шкідливості: транслокаційний – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини в рослину; міграційний водний – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини у водне середовище; міграційний повітряний – лімітуючий перехід нормованої забруднюючої речовини в повітря; загальний санітарний – визначає здатність ґрунту до самоочищення.

У всіх випадках експериментального розроблення гранично допустимих концентрацій (ГДК) у ґрунті забруднювачів лімітуючим показником була транслокація (перехід) речовини з ґрунту у рослини.

Якщо для певної речовини не встановлено ГДК, то для нормування використовують значення фонових концентрацій цієї речовини.

## **12.2 Принцип контролю забруднення ґрунтів**

Принцип контролю забруднення ґрунтів – перевірка відповідності концентрацій забруднюючих речовин установленими нормами і вимогами у вигляді ГДК або фонових концентрацій.

При контролі забруднення ґрунтів хімічні речовини відповідно до ГОСТ 17.4.2.01–83 «Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднень» за ступенем небезпеки поділяють на три класи:

- 1 клас – високо небезпечні;
- 2 клас – помірно небезпечні;
- 3 клас – мало небезпечні.

Показники, за якими встановлюють клас небезпеки речовин наведені в табл. 12.1.

Таблиця 12.1 – Критерії класів небезпечності хімічних речовин у ґрунтах

Показник	Норма для класів безпеки		
	1 клас	2 клас	3 клас
Токсичність, ДЛ <sub>50</sub> , мг/кг	< 200	200–1000	> 1000
Персистентність у ґрунті, міс.	> 12	6–12	< 6
ГДК, мг/кг	< 0,2	0,2–0,5	> 0,5
Міграція	Мігрують	Слабо мігрують	Не мігрують
Персистентність у рослинах, міс.	> 3	1–3	< 1
Вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції	Сильний	Помірний	Немає

Зроблено орієнтовний розподіл речовин за класами безпеки. Так, з пестицидів до 1–го класу віднесені атразин, ДДТ, метафос та інше, до 2–го – карбофос, нітрафен, хлорофос й інше, до 3–го – дилор, полікарбацін та інше.

Із речовин, що потрапляють у ґрунт із викидами, скидами, відходами, до 1–го класу віднесені миш'як, кадмій, ртуть, селен, цинк, фтор, бенз(а)пірен; 2–го – бор, кобальт, нікель, молібден, сурма, хром; 3–го – барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенон.

Забруднення ґрунтів, як і інших середовищ, є комбінованим, у зв'язку із чим при хімічному контролі забруднення виникає необхідність виділити пріоритетні забруднювачі речовини, що підлягають контролю у першу чергу. При визначенні пріоритетних забруднюючих речовин урахують класи безпеки речовин. У випадку відсутності можливості обліку всього комплексу хімічних речовин, що забруднюють ґрунт, оцінювання здійснюють за найнебезпечнішими речовинами, тобто речовинами, що належать до більш високого класу безпеки.

### 12.3. Оцінювання стану ґрунтів

Оцінювання стану ґрунтів може проводитись залежно від їх змін природно-техногенними процесами та за ступенем забрудненості.

У першому випадку використовуються ґрунтові критерії (табл. 12.2), що відображають погіршення властивості ґрунтів. Ґрунтово-ерозійні критерії пов'язані як з природними екологічними процесами, так і з антропогенною діяльністю людини, що прискорює процес деградації ґрунтового покриву.

Таблиця 12.2 – Оцінювання стану ґрунтів залежно від їх змін природно-техногенними геологічними процесами

Показник	Зона екологічного стану			
	екологічної норми	екологічного ризику	екологічної кризи	екологічного лиха
Вміст гумусу, % від початкового	> 90	90–70	70–30	< 30
Площа вторинно засолених ґрунтів, %	< 5	5–20	20–50	> 50
Глибина змитості ґрунтових горизонтів, % ґрунтового профілю	< 10	10–30	30–50	> 50
Площа підґрунтових порід, % від загальної площі	< 5	5–10	10–25	> 25
Площа повітряної ерозії, %	< 5	10–20	20–40	> 40

### 12.3.1 Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами

У цілому, під час оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами враховують такі положення:

1) небезпека забруднення тим вища, чим більший фактичний рівень вмісту (С) контрольованих у ґрунті речовин перевищує ГДК, тобто чим більше значення коефіцієнта небезпеки  $K_0 = C/\text{ГДК}$  перевищує 1;

2) небезпека забруднення тим вища, чим вищий клас небезпеки контрольованих речовин;

3) оцінювання небезпеки забруднення будь-яким токсикантом повинна проводитися з урахуванням буферності ґрунту, що впливає на рухливість хімічних елементів, що визначає їхній вплив на контактуючі середовища.

Під буферністю ґрунту розуміють сукупність властивостей ґрунту, що визначають його бар'єру функцію, яка обумовлює рівні вторинного забруднення хімічними речовинами контактуючих із ґрунтом середовищ – рослинності, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря. Основними компонентами, що створюють буферність, є: тонко дисперсні мінеральні частки, що визначають її механічний склад; органічна речовина (гумус) і реакція середовища – рН. Небезпека забруднення тим більша при тому самому значенні  $K_0$  (коефіцієнта небезпеки), чим менше значення рН (чим кисліший ґрунт), тим менше вміст у ньому гумусу, чим легший його механічний склад. Наприклад, можна розташувати ґрунти в порядку зростання небезпеки забруднення: чорноземи – суглинок – дерновий – підзолистий ґрунт – супіщаний – дерново – підзолистий.

Систему контролю забруднення ґрунтів на основі гігієнічної регламентації (ГДК) не можна визначити досконалою. Зустрічаються певні труднощі в інтерпретації її об'єктивному оцінюванні забруднення ґрунту комплексом токсичних або інших речовин, для яких не розроблені

нормативи ГДК. У цих випадках рівень хімічного забруднення порівнюють із фоновим.

Серед усіх забруднювачів ґрунту потрібно більше уваги приділяти тим речовинам, які відіграють велику роль у забрудненні біосфери, мають високу стабільність, рухливість, розчинність, тому головне значення має не валова кількість хімічних речовин у ґрунті (важких металів), а форми сполук, які існують у даному середовищі. Найбільш рухливими є хімічні елементи: хлор, бром, фтор, натрій, кальцій, магній, барій.

Найбільш важливим у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва є оцінювання пестицидного забруднення ґрунтів. Прояв токсичних ефектів пестицидів та інших хімічних речовин у ґрунті й процеси їх накопичення залежать від ряду факторів: об'ємів і строків внесення, властивостей пестициду (токсичності, стійкості, здатності до кумуляції, сорбції), механічного складу й структури ґрунту, наявності органічних речовин, рН, вологості та інше.

## **12.4 Санітарні та біологічні показники оцінювання стану ґрунтів**

Під санітарним станом розуміють сукупність фізико – хімічних і біологічних властивостей ґрунту, що визначають її безпеку в епідеміологічному та гігієнічному відношеннях (ГОСТ 17.4.2.01–81). У перелік контрольованих показників входять санітарно – бактеріологічні, санітарно – гельмінтологічні й санітарно – ентомологічні показники. До них належать такі:

- санітарне число (відношення азоту білкового до загального органічного азоту);
- показники концентрацій амонійного та нітратного азоту, хлоридів;
- залишкової кількості пестицидів та інших речовин (важких металів, нафти й нафтопродуктів, фенолів, сірчистих сполук), канцерогенів, радіоактивних речовин, макро – і



мікродобрив, термофільних бактерій, бактерій групи кишкової палички, патогенних мікроорганізмів, яєць і личинок гельмінтів і мух.

Перелік показників для різних видів землекористування (населених пунктів, курортів і зон відпочинку, зон джерел водопостачання, територій підприємств, сільськогосподарських угідь, лісів) відрізняється. У чистих ґрунтах організми, які характеризують санітарно-бактеріологічні показники, відсутні; їх присутність указує на специфічне органічне, фекальне й інші види забруднень.

Біологічні показники характеризують здатність ґрунту до самоочищення, що визначається насамперед активністю ґрунтової мікрофлори та ґрунтових тварин, фізико – хімічними умовами та властивостями ґрунту. Антропогенний вплив (внесення добрив, обробка пестицидами, режим меліорації й осушення), а також фактори навколишнього середовища (температура, опади, топографія території) впливають на активність ґрунтової мікрофлори та фауни. В екологічних дослідженнях ґрунтів використовують різні біологічні показники: «подих», показники целюлозо розкладаючої активності, активність ферментів (фосфатази, дегідрогенази), кількість грибів, дріжджів та інше. Як правило, застосовують кілька показників, тому що їхня чутливість до різних забруднюючих речовин істотно розрізняється. Ознакою біологічної деградації в результаті токсичного впливу є зниження рівня активності мікробної маси. Як комплексний показник забруднення ґрунту використовують показник фіто токсичності. Це тестовий інтегральний показник, який визначають за властивостями забрудненого ґрунту придушувати проростання насіння, ріст і розвиток, вищих рослин. Зниження числа проростків насіння порівняно з контролем при біотестуванні вважають показником наявності фітотоксичності ґрунту.

## 12.5 Класифікація ґрунтів за впливом хімічних забруднюючих речовин

За ступенем забруднення відповідно до ГОСТу 17.4.3.06–86 «Охорона природи. Ґрунти. Загальні вимоги й класифікація ґрунтів за впливом на них хімічних забруднюючих речовин» ґрунти поділяють на:

- 1) сильно забруднені;
- 2) середньо забруднені;
- 3) слабо забруднені.

Якщо ґрунт містить забруднюючі речовини в кількостях, які у кілька разів перевищує ГДК, має низьку біологічну продуктивність і сильно змінені фізико – механічні, хімічні і біологічні характеристики, у результаті чого вміст хімічних речовин у вирощуваних культурах перевищує встановлені нормативи, ґрунт відносять до **сильно забруднених**. Якщо перевищення ГДК у ґрунті є, але не викликає помітних змін її властивостей, ґрунт відносять до **середньо забрудненого**. Якщо вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, але вище природного фону, ґрунт вважають **слабо забрудненим**.

Ранжування приводять за ГДК хімічних речовин у ґрунтах або їх фоновим вмістом (якщо ГДК не розроблено), а також за іншими показниками. Розраховують кілька показників.

Коефіцієнт концентрації забруднюючої речовини:

$$K_c = C_i / C_{\phi},$$

де  $K_c$  – коефіцієнт концентрації хімічної речовини;

$C_i$  – фактичний вміст хімічної речовини в ґрунті;

$C_{\phi}$  – середня фоновая концентрація хімічної речовини у розглянутому районі.

Замість фоновой концентрації можна використовувати величину ГДК, у цьому випадку визначається коефіцієнт техногенного геохімічного навантаження

$$K_i = C_i / \text{ГДК};$$

Інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту

$$K_{ci} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{fi}} ,$$

де  $K_{ci}$  – інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту;

$C_i$  – концентрації забруднюючих речовин, що контролюється;

$C_{fi}$  – фоновий вміст забруднюючих речовин;

Коефіцієнт зворотної реакції ґрунтів на динаміку забруднення

$$K_p = (A - A_f) / A_f$$

де  $A$  і  $A_f$  – параметри, які контролюється в забрудненій і фоновій пробах.

За ступенем стійкості до хімічних забруднюючих речовин виділяють три ранги стійкості ґрунтів:

- 1) дуже стійкі;
- 2) середньо стійкі;
- 3) малостійкі.

Визначено основні показники, якими характеризується ступінь стійкості ґрунту до хімічних речовин. Стійкість характеризується такими показниками: гумусовим станом ґрунту, кислотно–основними властивостями, біологічною активністю, окислювально–відновними властивостями, катіонно–обмінними властивостями, рівнем ґрунтових вод, частиною речовин у розчинній формі. Короточасну зміну властивостей ґрунтів діагностують за динамікою вологості, за рН, складом ґрунтових розчинів, подихом ґрунтів, вмістом доступних рослинам живильних речовин. Показники довгострокових змін – за 5–10 років і більше: вміст гумусу, відношення вуглецю гумінових кислот до вуглецю фульвокислот, ерозійні втрати ґрунту, структурний стан, склад обмінних катіонів, загальна лужність, кислотність, вміст солей.

## 12.6 Гігієнічне оцінювання ґрунтів населених пунктів

Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту населених пунктів визначається:

– епідеміологічною значущістю забрудненого хімічними речовинами ґрунту;

– роллю забрудненого ґрунту як джерела вторинного забруднення приземного шару атмосферного повітря і при її безпосередньому контакті з людиною;

– значущістю ступеня забруднення ґрунту як індикатора забруднення атмосферного повітря.

Необхідність урахування епідеміологічної небезпеки ґрунту населених пунктів обумовлена тим, що зі збільшенням хімічного навантаження зростає епідемічна небезпека ґрунту. У забрудненому ґрунті на фоні зменшення представників ґрунтових мікробіоценозів (антагоністів патогенної кишкової мікрофлори) і зниження її біологічної активності відзначається збільшення позитивних знахідок патогенних ентеробактерій і геогельмінтів, що були більш стійкі до хімічного забруднення ґрунту, чим представники природних ґрунтових мікробіоценозів. Оцінювання рівня епідемічної небезпеки ґрунту населених пунктів проводиться за схемою, розробленою на основі імовірного перебування патогенних ентеробактерій і ентеровірусів. Критерієм епідемічної безпеки є відсутність патогенних агентів у досліджуваному об'єкті (табл. 12.3).

Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту на основі ГДК мають ряд недоліків:

1) не враховуються ефекти накопичення забруднюючої речовини у результаті переходу з одного середовища в інше, при переміщенні по трофічному ланцюгу, а також процеси трансформації при міграції;

2) санітарно-гігієнічні норми застосовуються у разі, коли вторинні природні процеси не є визначальними, що обмежує можливості їх використання;

3) підходи орієнтовані на напівлетальні дози, а потім граничні концентрації; залежності доза – час – ефект, на підставі яких розробляються ГДК, близькі між собою в діапазоні високих доз та істотно розрізняються в діапазоні низьких доз;

4) ГДК встановлюються в експерименті переважно на пацюках і мишах, які найбільш стійкі до токсикантів, а тому можливість екстраполяції їх на організм людини дуже сумнівна.

Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів як індикатора несприятливого впливу на здоров'я населення проводиться за показниками, розроблених при сумісних геохімічних і геогігієнічних дослідженнях навколишнього середовища міст.

Таблиця 12.3 – Оцінювання епідемічної небезпеки ґрунтів населених пунктів

Категорія забруднення	Об'єкт	Показник забруднення (клітини/г. ґрунту)				
		кишкові палички	ентеро-кокки	патогенні ентеро-бактерії	ентеро-віруси	гельмінти
Чиста	Зони підвищеного ризику: дитячі садки, ігрові майданчики, зони санітарної охорони водойм	1 – 9	1 – 9	–	–	–
Забруднена		10 і вище	10 і вище	+	+	+
Чиста	Санітарно-захисні зони	1 – 99	1 – 99	–	–	–
Забруднена		100 і вище	100 і вище	+		+

У випадку полікомпонентної техногенної аномалії розраховується сумарний показник забруднення за формулою

$$\text{СПЗ} = \sum_{i=1}^n K_i - (n - 1)$$

де n – число компонентів, які враховуються.

Оцінювання небезпеки забруднення ґрунту комплексом металів за Zc проводиться за оціночною шкалою (табл. 12.4). Градації оціночної шкали розроблені на основі вивчення показників стану здоров'я населення, що проживає на територіях з різним рівнем забруднення ґрунтів.

Таблиця 12.4 – Орієнтована шкала оцінювання небезпеки забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення (Z)

Категорія забруднення ґрунтів R	Величина (Z)	Зміни показників здоров'я населення у вогнищах забруднення
Припустима	Менше 16	Найбільш низький рівень захворюваності дітей і мінімальна частота функціональних відхилень
Помірно небезпечна	16–32	Збільшення загальної захворюваності
Небезпечна	32–132	Збільшення загальної захворюваності, числа дітей, які часто хворіють, дітей із хронічними захворюваннями, порушеннями функціонального стану серцево-судинної системи
Надзвичайно небезпечна	Більше 128	Збільшення захворюваності дитячого населення; порушення репродуктивної функції жінок (збільшення токсикозу вагітності, числа передчасних пологів, мертвонароджуваності, гіпотрофій немовлят)

## **Висновки**

При санітарно-гігієнічному нормуванні забруднюючих речовин враховуються показники шкідливості: транслокаційний, міграційний водний, міграційний повітряний, загальний санітарний.

При розробці ГДК у ґрунті забруднювачів лімітуючим показником є транслокація речовини з ґрунту у рослини.

Якщо для певної речовини на встановлено ГДК, то для нормування використовують значення фонових концентрацій цієї речовини.

При контролі забруднення ґрунтів хімічні речовини поділяють на три класи: 1 клас – високо небезпечні, 2 клас – помірно небезпечні, 3 клас – мало небезпечні.

Оцінювання стану ґрунтів може проводитись залежно від їх змін природно-техногенними процесами та за ступенем забрудненості.

Небезпека забруднення тим вища, чим більше фактичний рівень вмісту контрольованих у ґрунті речовин перевищує ГДК; чим вищий клас безпеки контрольованих речовин.

Оцінювання безпеки забруднення будь-яким токсикантом повинно проводитися з урахуванням буферності ґрунту, що впливає на рухливість хімічних елементів, що визначає їхній вплив на контактуючі середовища.

За ступенем забруднення ґрунти поділяють на: сильно забруднені, середньо забруднені, слабо забруднені.

За ступенем стійкості до хімічних забруднюючих речовин виділяють три ранги стійкості ґрунтів: дуже стійкі, середньо стійкі, малостійкі.

## **Питання для самоперевірки**

1. Назвіть та охарактеризуйте показники, що враховуються при санітарно-гігієнічному нормуванні забруднюючих речовин у ґрунті.

2. Які показники використовуються для нормування забруднень ґрунту хімічними речовинами?
3. Сформулюйте принцип контролю забруднення ґрунтів.
4. Наведіть класифікацію хімічних речовин за ступенем небезпеки.
5. Які показники стану ґрунтів вживаються при визначенні зони екологічного стану?
6. За якими показниками проводиться оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами?
7. Що таке буферність ґрунту? Яке її значення при нормуванні забруднення?
8. Що розуміють під поняттям «санітарний стан ґрунтів»?
9. Наведіть формулу інтегрального показника поелементного забруднення ґрунту.
10. Наведіть класифікацію ґрунтів за ступенем стійкості до хімічних забруднюючих речовин та за ступенем забруднення.



## Тема 13 Біомоніторинг стану навколишнього середовища

*Зміст теми:*

13.1 Біоіндикація.

13.1.1 Лишайники як біоіндикатори.

13.1.2 Водорості як біоіндикатори.

13.1.3 Безхребетні як індикатори.

13.1.4 Риби як біоіндикатори.

13.1.5 Рослини як біоіндикатори.

13.1.6 Переваги та недоліки методів біоіндикації.

13.2 Біотестування.

*Ключові слова:* біомоніторинг, біоіндикація, біотестування, атмосферне повітря, водні об'єкти.

*Біотичний моніторинг* – це контроль поточного стану біологічної складової (біоти) екосистем. Він передбачає реєстрацію відгуків біоти на антропогенні забруднення та впливи на рівнях, близьких до фонових, а також аналіз сукупності впливів життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших та на неживе середовище мешкання.

В історичному плані відомо, що канарки дуже чутливі до моноξειду вуглецю. Шахтарі давно помітили: якщо у шахтах з'являється газ, канарки припиняють співи, що свідчить про небезпеку. Діатомові водорості, вкриті кремнієвою оболонкою, широко застосовуються для оцінювання якості води з 1870 р. Біотичний моніторинг також був пов'язаний із застосуванням пестицидів у 1960 р., що призвело до погіршення якості шкаралупи яєць орлів та їх руйнування. Вчені звернулися до уряду з вимогою припинити застосування небезпечних агропрепаратів, після чого популяція орлів повернулася до норми. Відомо, що ваточник сирійський (*Asclepias Syriaca*) реагує на озон появою точок, пунктирів на листі або зміною кольору листя, або їх втратою.

Основними методами біотичного моніторингу є *біоіндикація* та *біотестування* (останні називають також токсикологічними методами).

### 13.1 Біоіндикація

Об'єктом дослідження *біоіндикації* є організми або співтовариства організмів – біоіндикаторів, що спостерігаються в природних умовах проживання. Багато організмів є чутливими до різних абіотичних та біотичних факторів середовища і можуть існувати лише в певних, часто дуже обмежених границях зміни цих факторів. Отже, спостереження за реакцією біоіндикаторів надаватиме інформацію щодо стану навколишнього середовища. Глибина біоіндикації може бути різною від простої візуальної діагностики рослин до вивчення імунних та генетичних змін в організмі індикаторів.

Методи біоіндикації засновані на спостереженнях окремих організмів, популяції або спільнот організмів у природному середовищі існування з метою визначення за їх реакціями (змінami) якості навколишнього середовища.

**Біоіндикаторами** називаються рослинні і тваринні організми, наявність, кількість і стан яких служать показниками зміни якості середовища їх проживання.

*Індикаційні ознаки* – це біологічні змінні, що характеризують стан окремих особин, групи організмів, популяцій та екосистем.

Біологічні системи, які використовують як біоіндикатори, різноманітні: мікроорганізми, нижчі рослини, лишайники, гриби, багато вищих рослин, окремі види та суспільства тварин, клітинні та субклітинні компоненти організму можуть бути ефективними біоіндикаторами.

**Біомаркери** – це організми та їх характеристики, що дозволяють діагностувати *поточний* стан навколишнього середовища.

На відміну від біомаркерів, біоіндикатори не можуть миттєво реагувати на зміни екологічних умов, оскільки їх індикаторними властивостями є популяційні процеси та процеси угруповань в цілому.

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

Як ознака візуальної біоіндикації використовується **зовнішній вигляд рослин**. Таких ознак, пов'язаних із порушенням живлення рослин, безліч, зокрема: уповільнення росту стебел, гілок і коренів, пожовтіння, буріння, загинання листя, крайові опіки, утворення гнилі, одеревіння стебел та ін.

Для одержання більш достовірних, довгострокових прогнозів поряд із видами-індикаторами відстежуються зміни, що відбуваються в популяціях стійких видів, здатних витримувати значний збурюючий вплив екологічно несприятливих чинників упродовж тривалого часу.

**Патолого-анатомічні та гістологічні** методи біоіндикації особливу увагу приділяють вивченню репродуктивної системи, будь-які зміни якої безпосередньо пов'язані з життєво важливими параметрами популяції. Репродуктивна система дуже чутлива до стресових впливів, і будь-яке порушення можна розглядати як сигнал про наявність несприятливих змін у навколишньому середовищі.

Під впливом забруднюючих речовин в організмі відбуваються перебудова структури і функції клітин. Результати гістологічних досліджень таких змін можуть свідчити про якість навколишнього середовища. Злоякісний ріст клітин, дегенеративні зміни або поява некротичних вогнищ характеризують високий ступінь токсичності середовища проживання.

**Ембріональні методи** діагностики базуються на тому, що найбільш уразливими до дії зовнішніх збурень є ранні стадії

розвитку багатоклітинних організмів на стадіях дроблення і формування зародкових органів і тканин. Навіть незначні дії, як правило, призводять до видимих потворностей пізніших стадій або навіть загибелі зародків. Як біоіндикатори зазвичай використовуються організми, які швидко розвиваються і дають численне потомство (риби, моллюски, земноводні, комахи). Ці організми можуть бути використані і як тест-об'єкти для біотестування навколишнього середовища.

Більш тонкими і точними методами біодіагностики є **імунологічні і генетичні методи** .

*Імунологічні* – засновані на вимірах показників імунної системи під впливом зовнішніх збурюючих факторів. В результаті будь-якого роду негативного впливу на імунну систему живих організмів у першу чергу змінюється функціональний стан імунокомпетентних клітин - спленоцитів і лімфоцитів. При введенні в клітини організму спеціальних речовин – стандартних мутагенів ( ліпополісахаридів та ін.) – залежно від виду впливу інгібування реакції може свідчити про порушення імунологічного статусу організму.

*Генетичні* методи дозволяють аналізувати генетичні зміни, що виникають внаслідок зовнішніх впливів. Поява таких змін характеризує мутагенну активність середовища, а можливість їхнього збереження в клітинних популяціях відображає ефективність імунної потенції організму.

У нормальних умовах більша частина генетичних аномалій видалається з популяцій за допомогою імунної системи організму. Наявність таких аномалій можна використовувати як індикатор стресу, який веде до продукції аномальних клітин і зниження здатності імунної системи організму їх знищувати.

### **13.1.1 Лишайники як біоіндикатори**

Як приклади чутливих біоіндикаторів атмосферного забруднення можна навести епіфітні лишайники, які чутливі до якості повітря. Багата флора лишайників свідчить про якісне

повітря, тоді як відсутність лишайників указує на забруднення повітря  $SO_2$ .

Біоіндикаційні властивості лишайників базуються на основі аналізу рівня поселення та абсолютної поверхні лишайників на стовбурі дерева, видового складу, частоти, з якою зустрічаються лишайники.

### **13.1.2 Водорості як біоіндикатори**

Водорості – це гетерогенна група, яка охоплює кілька різних груп відносно простих за структурою живих організмів, що одержують необхідну для життєдіяльності енергію через фотосинтез. Вони мешкають переважно у водному середовищі чи вторинно пристосувались до мешкання у ґрунті та інших наземних місцезростаннях. У природі нараховується близько 35 000 видів водоростей.

Водорості, що пливуть у товщі водної маси, називаються *фітопланктоном*. *Перифітон* складають водорості, які обростають підводні предмети або вищі рослини водою.

Водорості мають дуже невеликий життєвий цикл та швидко розмножуються. На них безпосередньо впливають зовнішні фактори. Збирання зразків просте та недороге, не вимагає кваліфікованого персоналу.

Особливу увагу привертають *діатомові водорості* як біоіндикатори. Вони характеризуються великою кількістю та різноманіттям, чутливістю до хімічного складу середовища, мають вузький інтервал толерантності до рН, поживних речовин, солоності середовища.

Отже, біологічний моніторинг із використанням водоростей демонструє свою придатність.

#### **Забруднення органічними речовинами**

Здатність водних організмів мешкати у воді, що містить різну кількість органічних речовин, називається *сапробністю*. Характеристика ступеня забруднення водою за видовим

складом та масою гідробіонтів називається *сапробністю водойми*.

Можна виділити такі типи водойм:

*Полісапробні водойми*: найбільш забруднені; інтенсивне забруднення стічними водами та іншими органічними речовинами, масовий розвиток бактерій, висока швидкість споживання кисню, високий рівень продукції аміаку та сірководню.

Щодо живих організмів у полісапробних водоймах, то необхідно зазначити, що добре розвинені гетеротрофні організми, нитчасті бактерії (*Sphaerotilus*), сірчані бактерії (*Beggiatoa*, *Thiothris*), бактеріальні зооглеї (*Zoogloea ramigera*), найпростіші – інфузорії (*Paramecium putrinum*, *Vorticella putrina*), безбарвні джгутикові, олігохети *Tubifex tubifex*, водорість *Polytoma uvella*.

*α-мезосапробні водойми*: менш забруднені; інтенсивні окислювальні процеси, продукція сірководню відсутня, починається окиснення аміаку.

Серед живих організмів у *α-мезосапробних* водоймах зустрічаються у масі сидячі інфузорії (*Carchesium*), коловертки (*Brachionus*), багато забарвлених та безбарвних джгутикових.

*β-мезосапробні водойми*: слабо забруднені; низьке споживання кисню, мінералізація органічних речовин, значна кількість продуктів мінералізації, наприклад, нітратів.

Живі організми у *β-мезосапробних* водоймах предсталені діатомовими водоростями *Melosira varians*, *Diatoma*, *Navicula*; зеленими *Cosmarium*, *Botrytis*, *Spirogira crassa*, *Cladophora*; багатьма протококовими водоростями. Уперше зустрічається роголистник *Ceratophyllum demersum*. Багато корененижок, сонцевиків, черв'яків, молюсків, личинок хирономід, з'являються моховатки. Зустрічаються ракоподібні та риби.

*Олігосапробні водойми*: найменш забруднені; процеси мінералізації закінчені, споживання кисню майже відсутнє.

Серед живих організмів в олігосапробних водоймах можна зустріти водорості *Melosira itallica*, *Draparnaldia glomerata* та

*Draparnaldia plumosa*, коловертка *Notholka longispina*, рачки *Daphnia longispina* та *Bythotrephes longimanus*, личинки одноденки, веснянок, риби стерлядь, гольян, форель.

### 13.1.3 Безхребетні як індикатори

До безхребетних відносять типи найпростіших, губок, кишкорожнинних, голкошкірих, молюсків, кілька типів нижчих черв'яків (сколецид), кільчастих черв'яків, членистоногих та ряд інших, загалом до 1–2 млн видів тварин.

Переваги безхребетних як індикаторів: їх легко збирати та ідентифікувати; можна знайти та спостерігати неозброєним оком; збирання не потребує кваліфікованого персоналу та складного обладнання; безхребетні характеризуються толерантністю до різних типів забруднень; живуть більше року; мають обмежену рухливість; мають короткий термін розмноження; оскільки бентосні безхребетні накопичують токсичні речовини, хімічний аналіз можна здійснювати на дуже малих рівнях токсикантів, які не можна зареєструвати у воді.

Недоліки безхребетних як індикаторів: бентосні макробезхребетні не реагують на будь-який зовнішній вплив; сезонні варіації можуть заважати порівнянню зразків, що зібрані у різні сезони; дрейф у потоках може принести безхребетних туди, де вони нормально не існують; деякі групи дуже важко ідентифікувати на рівні видів.

*Біоіндикатори чистої води.* Одноденки є дуже чутливими до забруднення, тобто якщо вони знайдені біля води, ця вода придатна для пиття без очищення або кип'ятіння.

*Біоіндикатори забрудненої води.* До біоіндикаторів забрудненої води необхідно віднести: черв'яків та галиць (*Itonididae*), равликів (*Ampulariidae*) та гребляків (*Corixidae*).

Розглянемо як приклад індикаторів евтрофікації водойм комах-кровососів. За перші роки існування водойми видовий склад комах характеризується наявністю кровососів: гедзів (*Tabanidae*), мокреців (*Ceratopogonidae*), комарів (*Culicidae*).

Упродовж десяти років у замкнених водоймах накопичується велика кількість органічних забруднювачів. У мулі можна знайти личинки комарів із родини *Tipulidae*, у прибережній зоні – личинки гедзів, мокреців та комарів (*Culex*, *Aedes*, *Mansonia*).

Евтрофікація водойми врешті-решт призводить до зміни роду *Mansonia*, *Culiseta*, скорочується кількість видів гедзів; водночас фауна комах може бути представлена деякими видами з родини *Mucidae*, *Ceratopogonidae*, *Culicidae* (*Culex pipiens*, *Aedes caspius* Td. ін.).

### 13.1.4 Риби як біоіндикатори

Особливістю риб як біоіндикаторів є їх можливе пересування по водних потоках.

Переваги риб як біоіндикаторів: риби є індикаторами довготривалих ефектів; вони представляють велику різноманітність трофічних рівнів; їх легко збирати та ідентифікувати; вимоги до навколишнього середовища, історія життя та розподіл добре відомі для всіх видів; деякі види риб (лосось, форель) менш толерантні до забруднень, ніж інші; донні риби більш толерантні до забруднень, оскільки вони адаптовані до меншого споживання кисню; хижаки (наприклад, щука) чутливі до каламутності води; масова загибель риби свідчить про вичерпання кисню, наявність нафти, токсичних бактерій або планктону, хімічного забруднення. Порушення руху, знаходження поблизу поверхні води, циркулярне або повільне плавання є ознакою водного забруднення або вичерпання кисню.

Недоліки риб як біоіндикаторів: рухливість та міграція призводить до помилок у визначенні місцезнаходження джерел забруднення; моніторинг лише одного виду обмежує інформацію, яку може надати аналіз угруповання; риби не так чутливі до забруднень, як безхребетні; моніторинг лише риб не забезпечує аналіз стану екосистеми в цілому.



### 13.1.5 Рослини як біоіндикатори

Відомо, що сільськогосподарські бур'яни проростають на ґрунтах певної якості. Так, *Teesdalia nudicaulis* можна зустріти лише на кислих ґрунтах, тоді як *Mercurialis annua* — на основних.

Діагностичними показниками стану хвойних дерев можуть бути обрані середня висота та діаметр дерев, річний приріст паростків, радіальний приріст деревини стовбура, віковий склад і вага хвої, стан генеративних органів, надземна біомаса середнього дерева, вміст забруднень у хвої тощо.

Для листяних дерев: число гілок, довжина, діаметр гілки, діаметр стовбура, швидкість росту стовбура, розмір листя, кількість плодів та насіння.

Реакцію рослини можна визначити за показниками росту і продуктивності: швидкість росту, площа листяної пластинки, термін формування бруньки, дата початку цвітіння, співвідношення бруньок і квіток, квіток і плодів, кількість насіння на плоду, загальний вихід (біомаса).

Існує три способи одержати кількісну оцінку стану довкілля через реакцію рослини на забруднення: 1) зіставити ступінь викликаного ушкодження з відомою концентрацією забруднюючої речовини; 2) використовувати рослину як живий пробовідбірник; 3) виміряти концентрацію забруднюючої речовини або пов'язаного з нею метаболіту, що з'являється в рослинних тканинах після впливу цієї речовини, і співвіднести з концентрацією забруднюючої речовини.

### 13.1.6 Переваги та недоліки методів біоіндикації

Методи біоіндикації підсумовують біологічно важливі дані щодо навколишнього середовища; спроможні реагувати на короткочасні та залпові викиди токсикантів; реагують на швидкість змін, які відбуваються у довкіллі; вказують на місця накопичення забруднюючих речовин та шляхи їх міграції;

дозволяють розробляти оцінки шкідливого впливу токсикантів на людину та живу природу на ранніх стадіях; дозволяють нормувати допустиме навантаження на екосистеми.

Проте вони не дають інформацію про об'єктивні фізико-хімічні особливості стресового фактора, що діє; вони потребують, як правило, більшої повторюваності для одержання статистично значущих результатів.

Різноманітність методів біоіндикації говорить про їх недосконалість. Дійсно, біоіндикація передбачає контроль за забрудненням компонентів навколишнього середовища, яке відбулося або відбувається за функціональними характеристиками їх мешканців та екологічними характеристиками організмів.

Розроблення єдиної системи показників токсичного забруднення навколишнього середовища на сьогоднішній день має серйозні труднощі. Поступові зміни видового складу формуються в результаті тривалого отруєння і стають явними у разі змін, які далеко зайшли. Таким чином, видовий склад не дає оцінки на момент дослідження. У цьому плані методи біоіндикації забруднення навколишнього середовища інерційні. У холодну пору року системи біологічної індикації малоефективні.

Однак відмінна простота методів оцінювання екологічної обстановки методами біоіндикації, відсутність потреби в спеціальному інструментальному забезпеченні є їх безперечною перевагою.

Уміння об'єднати в комплексну форму біоіндикації, біотестування і хіміко-аналітичні методи діагностики екологічної обстановки дозволяє мінімізувати витрати на дослідження. Саме комплексне використання методів забезпечує перспективу біоіндикації.

## 13.2 Біотестування

**Біотестування** вивчає реакції тест-об'єктів - організмів, які розміщені в досліджуваному середовищі.

Вони мають на увазі оцінювання токсичних властивостей забруднюючих речовин із використанням модельних живих систем (тест-об'єктів). Оцінка токсичності проводиться, як правило, в лабораторних умовах.

Біотестування як спосіб інтегрального оцінювання токсичності забруднень вже досить давно використовується в системі моніторингу якості навколишнього середовища за кордоном і починає застосовуватися в нашій країні. Аргументами на користь доцільності використання підходів біотестування якості навколишнього середовища є їх універсальність, експресність, простота, доступність і дешевизна. Зокрема, для виявлення залпових скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти і особливо з метою виявлення різких змін якості питної води біотестування має значення як сигнальний показник експрес-контролю, що дозволяє вже впродовж однієї години одержати дані інтегрального оцінювання токсичності води і вжити необхідних заходів для захисту населення, у той час як органолептичні властивості води можуть залишатися без зміни, а на ідентифікацію речовин, хімічними методами потрібно кілька годин і навіть днів.

У даний час особлива увага приділяється прийомам токсикологічного біотестування, тобто використання в контрольованих умовах біологічних об'єктів як засобу виявлення сумарної токсичності води.

При оцінюванні біологічної дії забруднюючих речовин інтактні організми або їх спільнота спеціально вводяться в випробуване середовище. Таким чином, режим впливу задається заздалегідь. Узагальнюючою основою таких досліджень виявляється вплив забруднюючих речовин, інших факторів середовища або їх сукупності на систему біологічного

походження. Це може бути біохімічна система – виділений елемент клітинної структури організму; різні показники функції і структури організму; інтегральні характеристики організму; параметри, які характеризують стан популяцій, спільнот, організмів і екосистем.

Залежно від поставлених завдань ставляться різні вимоги до методів і всієї системи біотестування. Як об'єкти біотестування застосовуються різноманітні організми - бактерії, водорості, вищі рослини, п'явки, моллюски, риби та ін. Кожен із організмів має свої переваги, але жоден організм не може служити універсальним об'єктом.

Рослини можуть виявитися найбільш чутливими до присутності в середовищі гербіцидів, дафнії – до інсектицидів і т. д.

Для гарантованого виявлення присутності токсичного об'єкта невідомого хімічного складу повинен використовуватись набір різних груп, представників водного співтовариства. З введенням кожного додаткового об'єкта ефективність схеми випробувань підвищується, проте немає сенсу нескінченно розширювати асортимент організмів. Оптимальною може бути система, в яку включено три – п'ять видів, стан яких оцінюється за параметрами, які відносяться до різних рівнів інтегральності (наприклад, по одному виду водних рослин, безхребетних і риб). Для контролю самого тест-об'єкта необхідна періодична постановка дослідів із деяким стандартним токсикантом з однією і тією самою концентрацією. Цей контроль дозволяє оцінити вимірювання реактивності тест-об'єкта на стандартний токсичний вплив. Як такий токсикант часто застосовують дихромат калію.

Тривалість біотестування залежить від завдання, поставленого дослідником. Існують такі види біотестів:

- гострі біотести (acute tests), що виконуються на різних тест-об'єктах за показниками виживання, тривають від декількох хвилин до 24–96 год;

- короткострокові (short-term chronic tests) хронічні тести, тривають протягом семи діб і закінчуються, як правило, після одержання першого покоління тест-об'єктів;

- хронічні тести ( chronic tests ), поширюються на загальну плодючість ракоподібних, охоплюючи три покоління.

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

В останні роки в Україні і ряді країн світу впроваджуються методи біотестування якості поверхневих вод із використанням інфузорій, дафній та інших водних біоценозів. У законодавчому порядку установається необхідність біотестування водних витяжок небезпечних відходів для визначення їх токсичності.

## **Висновки**

Біотичний моніторинг – це контроль поточного стану біологічної складової (біоти) екосистем. Він передбачає реєстрацію відгуків біоти на антропогенні забруднення та впливи на рівнях, близьких до фонових, а також аналіз сукупності впливів життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших та на неживе середовище мешкання.

Основними методами біотичного моніторингу є біоіндикація та біотестування.

Об'єктом дослідження біоіндикації є організми або співтовариства організмів - біоіндикаторів, що спостерігаються в природних умовах проживання.

Біоіндикаторами називаються рослинні й тваринні організми, наявність, кількість і стан яких служать показниками зміни якості середовища їх проживання.

Біомаркери – це організми та їх характеристики, які дозволяють діагностувати поточний стан навколишнього середовища.

Як ознака візуальної біоіндикації використовується зовнішній вигляд рослин. Також застосовуються патолого-анатомічні, гістологічні, ембріональні, імунологічні та генетичні методи .

Біотестування вивчає реакції тест-об'єктів – організмів, які розміщені в досліджуване середовище. Проводиться оцінка токсичних властивостей забруднюючих речовин із використанням модельних живих систем. Оцінювання токсичності проводиться, як правило, в лабораторних умовах. Як об'єкти біотестування застосовуються різноманітні організми – бактерії, водорості, вищі рослини, п'явки, молюски, риби та ін.

Залежно від тривалості біотестування існують такі види біотестів: гострі біотести, короткострокові, хронічні тести.

### **Питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення поняттю «біомоніторинг».
2. Назвіть основні методи біомоніторингу.
3. Що являється об'єктом біомоніторингу?
4. Дайте визначення поняттям «біоіндикатор» та «біомаркер».
5. Перелічіть та охарактеризуйте методи біоіндикації.
6. Які організми застосовуються для індикації стану водойм?
7. Які компоненти навколишнього середовища можна діагностувати за допомогою лишайників?
8. Назвіть переваги та недоліки біоіндикації.
9. Чим відрізняється біотестування від біоіндикації?
10. Що являється об'єктом біотестування?
11. Назвіть види біотестування залежно від тривалості.

## **Тема 14 Дистанційні методи моніторингу навколишнього середовища**

*Зміст теми:*

14.1 Види дистанційних методів спостереження.

14.2 Аерокосмічний метод моніторингу довкілля.

14.3 Основні типи апаратів аерокосмічного моніторингу.

14.3.1 Метеорологічні супутники.

14.3.2 Супутники для вивчення земних ресурсів.

14.4 Основні види даних дистанційного зондування.

*Ключові терміни:* дистанційні методи, аерокосмічні методи, зондування, геоінформаційні системи, програми моніторингу.

### **14.1 Види дистанційних методів спостереження**

Для більш повної інформації про стан довкілля контактні методи спостережень і контролю за станом природного середовища доповнюються дистанційними (неконтактними) методами, заснованими на використанні двох властивостей зондувальних полів (електромагнітних, акустичних, гравітаційних): здійснювати взаємодію з контрольованим об'єктом і переносити одержану інформацію до датчика. Зондувальні поля володіють широким набором інформативних ознак і різноманітністю ефектів взаємодії з речовиною об'єкта контролю. Принципи функціонування засобів неконтактного контролю умовно поділяють на пасивні та активні. У першому випадку здійснюється прийом зондуючого поля, що виходить від самого об'єкта контролю, у другому проводиться прийом відбитих від об'єкта зондуючих полів.

Дистанційні методи спостереження та контролю представлені двома основними групами методів: аерокосмічними і геофізичними. Іноді в це поняття включають

спостереження за середовищем за допомогою приладів, які встановлені у важкодоступних місцях Землі (в горах, на Крайній Півночі), показники яких передаються до центрів спостереження за допомогою методів дальньої передачі інформації (по радіо, через супутники і т. п).

Основними видами *аерокосмічних методів дослідження* є оптична фотозйомка, телевізійна, інфрачервона, радіотеплова, радіолокаційна, радарна і багатозональна зйомка.

Дистанційний контроль атмосфери здійснюється за допомогою радіоакустичного і лідарних (лазерних) методів.

Область використання радіоакустичних методів обмежена порівняно локальними обсягами повітряного середовища (близько 1–2 км у радіусі) і допускає їх функціонування в наземних умовах і на борту повітряних суден.

Однією з причин появи відбитого акустичного сигналу є дрібномасштабні температурні неоднорідності, що дозволяє контролювати температурні зміни, профілі швидкості вітру, верхню межу туману.

Принцип лазерного зондування полягає в тому, що лазерний промінь розсіюється молекулами, частками, неоднорідностями повітря; поглинається, змінює свою частоту, форму імпульсу, в результаті чого виникає флуоресценція, яка дозволяє якісно або кількісно судити про такі параметри повітряного середовища, як тиск, густина, температура, вологість, концентрація газів, аерозолів, параметри вітру. Перевага лазерного зондування полягає в монохроматичності, когерентності та можливості змінювати спектр, що дозволяє вибірково контролювати окремі параметри повітряного середовища. Головний недолік – обмеженість межі зондування атмосфери із Землі впливом хмар.

Основними методами дистанційного контролю природних вод є радіовидимий, радіолокаційний, флуоресцентний. Радіовидимий метод використовує діапазон зондуючих хвиль від видимого до метрового діапазону для одночасного контролю хвилювання, температури і солоності. Радіолокаційний метод



полягає в прийомі і обробленні (амплітудного, енергетичного, частотного, фазового, поляризаційного, просторово-часового) сигналу, відбитого від збуреної поверхні.

Для дистанційного контролю параметрів нафтового забруднення водного середовища (площа покриття, товщина, приблизний хімічний склад) використовується лазерний відбивальний, лазерний флуоресцентний методи і фотографування в поляризованому світлі.

Флуоресцентний метод заснований на поглинанні оптичних хвиль нафтою і відмінності спектрів світіння легких і важких фракцій нафти. Оптимальний вибір довжини хвилі дозволяє по амплітуді і формі спектрів флуоресценції ідентифікувати типи нафтопродуктів.

Частота аерокосмічної зйомки при вивченні динаміки екосистем повинна залежати від їх особливостей. Серед екосистем виділяють чотири класи: стабільні, що вимагають поновлення детальної інформації раз у 10 років і рідше; слабодинамічні – раз у 6–10 років; помірно динамічні – раз у 3–5 років; сильнодинамічні – раз на 1–2 роки.

Структура космічної системи вивчення природних ресурсів Землі складається з системи управління та чотирьох основних підсистем: одержання космічної інформації, додаткової дистанційної інформації, збирання та зберігання інформації, оброблення інформації.

Підсистема одержання космічної інформації включає: космічні носії вимірювальної апаратури – штучні супутники Землі, пілотовані космічні кораблі і орбітальні станції; вимірювальну апаратуру, що встановлюється на космічних носіях; апаратуру, яка транслює одержану інформацію на Землю. Дані, одержані за допомогою космічної вимірювальної підсистеми, містять для кожного окремого елемента природного об'єкта інформацію про його стан. Ці дані передаються на пункти прийому інформації і звідти до банку даних підсистеми збору інформації на зберігання.

Підсистема одержання додаткової дистанційної інформації об'єднує засоби і методи одержання дистанційної інформації про природні та антропогенно змінені об'єкти, здійснюваних в основному в межах тропосфери. У цю підсистему входять: авіаційні засоби (літаки - лабораторії та вертольоти); науково-дослідні судна-лабораторії, валери станції, наземні пересувні лабораторії, встановлена на цих носіях вимірювальна апаратура, яка передає одержану інформацію на пункт прийому інформації.

До складу суден-лабораторій входять науково-дослідні судна, експедиційні судна, морські, озерні і річкові судна, спеціально побудовані або перебудовані з іншого типу суден для комплексних досліджень і для проведення різних спеціальних досліджень (геофізичних, гідробіологічних та ін.) у товщі водних мас, морського дна, атмосфери і космічного простору.

Автоматичні станції забезпечені спеціальною апаратурою для одержання певних типів інформації через супутники на пункти прийому інформації, космічної системи вивчення природних ресурсів.

Наземні пересувні лабораторії дозволяють одержувати достовірні і точні дані про природні об'єкти, процеси і дані на локальних ділянках земної поверхні. Наземні вимірювання виконують синхронно космічними та авіаційними вимірами точно в момент проходження космічних апаратів і авіазасобів над даною точкою. Наземні вимірювання служать базою для проведення необхідних методичних робіт, пов'язаних із проблемою ідентифікації природних ресурсів та вивчення їх властивостей на основі зіставлення та кореляції різних даних дистанційного зондування з даними безпосередніх наземних вимірювань.

Основні вимоги, які висувають до даних, одержаних у підсистемах космічної та додаткової дистанційної інформації: синхронність одержання всіх видів інформації; метрологічна єдність всіх видів вимірювань; репрезентативність наземних і вимірювань з літака щодо територій, охоплених космічною зйомкою; порівнянність масштабів і роздільної здатності всіх

видів вимірювань; оперативність доставки інформації з літака і наземної в пункти прийому та обробки космічної інформації .

Підсистема збору і зберігання інформації формує банк даних величезного і постійно змінного обсягу різного виду інформації. Завдання цієї підсистеми – формування, зберігання і управління базою даних, знаходження необхідної для певних конкретних цілей інформації та оперативна передача її в блок підсистеми обробки інформації.

База даних повинна містити:

- 1) різночасові та різномасштабні матеріали космічних і аерофотозйомок;
- 2) характеристики вимірювальної апаратури;
- 3) результати наземних (натурних) вимірів, виконаних синхронно з космічними зйомками, параметрів стану природного середовища в окремих пунктах земної поверхні;
- 4) різночасові і різномасштабні картографічні матеріали (топографічні та спеціальні тематичні карти);
- 5) статистичні та інші дані.

Ця структура (збирання, зберігання, управління базою даних) підсистеми повинна забезпечити оперативний обмін інформацією між її частинами і доступ до неї підсистеми обробки інформації.

Підсистема обробки інформації полягає в оперативній обробці одержаної з банку даних інформації і видачу результатів обробки у вигляді картографічних матеріалів у необхідному масштабі.

Обробляють матеріали візуально – інструментальним (із використанням оптико-механічних приладів) методом і з використанням ЕОМ і перекладом даних із комп'ютера в цифрову карту.

Вихідні документи – тематичні та спеціальні карти, схеми, графіки, таблиці, методичні матеріали тощо. Вони повинні бути одержані в результаті картографічної, економіко-статистичної та іншої інформації про досліджувані райони з обов'язковим

використанням результатів наземних обстежень у найбільш характерних природних, сільськогосподарських, гідрогеолого-меліоративних і водогосподарських зонах досліджуваних регіонів відповідно з рівнями системи моніторингу, що розробляються.

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

У програму наземних інструментальних геофізичних спостережень у системі моніторингу включаються:

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

Основним видом безпосереднього вивчення небезпечних геологічних процесів і явищ є комплексна інженерно-геологічна зйомка (ІГС). Методика комплексної ІГС до теперішнього часу досить добре відпрацьована і включає в себе комплекс підготовчих, польових, лабораторних досліджень. У ході ІГС польове вивчення базується на традиційних маршрутах геологічних, топографо-геодезичних і ландшафтно-індикаційних дослідженнях, гірничопрохідницьких і бурових розвідувальних

роботах, польовому випробуванні гірських порід, динамічному і статичному зондуванні і т. д. У цей комплекс робіт включаються і спеціальні аерокосмічні, геофізичні, математичні, геодезичні, гідрогеологічні спостереження. Зображення із супутників передаються на Землю в реальному масштабі часу в діапазоні 1700 МГц. Можливість вільного прийому супутникової інформації наземними станціями забезпечується Всесвітньою метеорологічною організацією згідно концепції «Відкритого неба».

На наземних станціях прийому супутникової інформації проводиться прийом, демодуляція, первинна обробка та підготовка супутникових даних до введення в персональний комп'ютер станції.

На території України активно розвивається мережа станцій прийому даних від супутників NOAA (американські метеорологічні супутники), що утворює наземну інфраструктуру регіонального екологічного моніторингу.

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

- визначення метеорологічних характеристик: вертикальні профілі температури, інтегральні характеристики вологості, характер хмарності;
- контроль динаміки атмосферних фронтів, ураганів, одержання карт великих стихійних лих;
- визначення температури підстилаючої поверхні;
- виявлення великих або постійних викидів промислових підприємств;
- контроль техногенного впливу на стан лісопаркових зон;
- виявлення великих пожеж і виділення пожежонебезпечних зон у лісах;
- виявлення теплових аномалій і теплових викидів великих виробництв і ТЕЦ у мегаполісах;
- реєстрація димних шлейфів від труб;
- моніторинг та прогноз сезонних паводків і повеней річок;

- виявлення і оцінювання масштабів зон великих повеней;
- контроль динаміки снігових покривів і забруднень снігового покриву в зонах впливу промислових підприємств.

## 14.2 Аерокосмічний метод моніторингу довкілля

Система спостережень за станом довкілля за допомогою літаків, аеростатних засобів, супутників і супутникових систем називається **аерокосмічним методом моніторингу**. Аерокосмічний моніторинг поділяється на авіаційний та космічний моніторинги.

*Авіаційний моніторинг* здійснюють із літаків, вертольотів та інших літальних апаратів, що не піднімаються на космічні висоти (в основному в межах тропосфери).

*Космічний моніторинг* – моніторинг за допомогою космічних засобів спостереження, оснащених приладами, дія яких заснована на вибіркового поглинанні і відображенні радіації природними утвореннями і біологічними об'єктами в інфрачервоній, видимій та ультрафіолетовій областях електромагнітного спектра, конструктивно оформленій в лазерні чи радарні скандувальні системи.

Аерокосмічний моніторинг дозволяє одночасно одержувати об'єктивну інформацію і оперативно виконувати картографування території практично на будь-якому рівні територіального поділу: країна – область – район – група господарств (землекористування) – конкретне сільськогосподарське угіддя – культура.

Система аерокосмічного моніторингу дозволяє регулярно і оперативно проводити :

- визначення метеорологічних характеристик : вертикальні профілі температури, інтегральні характеристики вологості, характер хмарності і т. д.);
- контроль динаміки атмосферних фронтів, ураганів, одержання карт великих стихійних лих;

- визначення температури підстильної поверхні, оперативний контроль і класифікація забруднень ґрунту і водної поверхні;

- виявлення великих або постійних викидів промислових підприємств;

- контроль техногенного впливу на стан лісопаркових зон;

- виявлення великих пожеж і виділення пожежонебезпечних зон у лісах;

- виявлення теплових аномалій і теплових викидів великих виробництв і ТЕЦ у мегаполісах;

- реєстрація димних шлейфів від труб;

- моніторинг та прогноз сезонних паводків і розливів річок;

- виявлення і оцінювання масштабів зон великих повеней;

- контроль динаміки снігових покривів і забруднень снігового покриву в зонах впливу промислових підприємств.

Супутниковий моніторинг використовує дистанційні методи і дозволяє за космічними знімками стежити за змінами, що відбуваються на поверхні Землі та в атмосфері. Космічні знімки разом із матеріалами традиційних методів вивчення Землі дають надійні дані для побудови еколого-геологічних моделей територій, що досліджуються. Аерокосмічні знімки надають найточнішу і реальну інформацію про ситуації, які сталися.

Під час регіонального моніторингу за базові доцільно використовувати аерокосмічні методи, доповнюючи їх невеликим об'ємом наземних досліджень. Під час детального та локального моніторингу основні дані будуть одержані наземними дослідженнями, а аерокосмічні методи стануть їхнім істотним доповненням.

Світова практика свідчить про те, що найефективнішим засобом інформаційного забезпечення у разі вирішення цих проблем є аерокосмічні системи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Дистанційні методи зондування земної поверхні дають змогу одночасно охоплювати великі за площею території,

забезпечити оперативність і повторення визначення великої кількості параметрів земної поверхні і рослинності, здійснювати моніторинг, значно зменшуючи при цьому кількість складних і трудомістких хімічних аналізів, що істотно спрощує і знижує собівартість досліджень. Є можливість постійного спостереження за станом земної поверхні, тобто можна оперативно і чітко відслідковувати зміни, що відбуваються в довкіллі (забруднення, пожежі, погіршення стану рослинності, пилові бурі, техногенні катастрофи тощо).

У загальному випадку обробка даних дистанційного зондування включає три етапи:

1. Попередня обробка – прийом супутникових даних, запис їх на магнітний носій, декодування і коректування, перетворення даних безпосередньо в зображення або космічний знімок або у форматі, зручні для подальших видів обробки.

2. Первинна обробка – виправлення викривлень, викликаних нестабільністю роботи космічного апарату і датчика, а також географічна прив'язка зображення з накладенням на нього сітки координат, зміна масштабу зображення і представлення зображення в необхідній географічній проекції (геокодування).

3. Вторинна (тематична) обробка – цифровий аналіз із застосуванням статистичних методів обробки, візуальне дешифрування та інтерпретація в інтерактивному або повністю автоматизованому режимі.

Перший і другий етапи обробки в даний час можуть бути виконані на борту космічного апарату. Багатозональна зйомка ведеться багато років, і дослідники накопичили великий обсяг емпіричних даних. Вже добре відомо, які співвідношення яскравості в різних зонах спектра відповідають рослинності, водним поверхням, урбанізованим територіям та іншим поширеним типам ландшафту, існують бібліотеки спектрів різних природних утворень. Висловивши ці співвідношення у вигляді лінійних комбінацій різних зон, можна одержувати так звані індекси. Так як багато сучасних систем дистанційного



зондування Землі здійснюють зйомку у видимій червоній і ближній інфрачервоній частинах спектра, то поширеним методом є обчислення нормалізованого вегетаційного індексу.

Ефективність дослідження характеристик земної поверхні та процесів, що відбуваються на ній, за результатами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) найчастіше може бути досягнута лише при сумісній обробці даних, одержаних у різний час, різними знімальними системами, з різних аерокосмічних апаратів, у різних діапазонах.

Оперативне одержання даних у системі моніторингу можливе лише за умов функціонування космічних апаратів на стаціонарній орбіті чи при використанні угруповань космічних апаратів. Залежно від розміру об'єктів спостереження і задач, що вирішуються, може бути достатнім використання апаратури ДЗЗ, що встановлюють на борту літака (вертольота) чи безпілотного літака з автоматичним керуванням.

Тому ставляться такі завдання:

- по-перше, оцінка еколого-санітарного стану об'єктів – виявлення джерел забруднення, контроль за динамікою поширення;
- по-друге, інвентаризація змін, визначення інтенсивності та масштабів процесів, реєстрація змін;
- по-третє, визначення динаміки (як сезонної, так і річної) та контроль коливань змін.

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

## **14.3 Основні типи апаратів аерокосмічного моніторингу**

### **14.3.1 Метеорологічні супутники**

Метеорологічні супутники призначені для регулярного передавання телевізійних зображень хмарового та льодового покривів Землі на наземні станції. Також на них встановлюють датчики радіаційних випромінювань Землі та хмарового покриву, які працюють у різних діапазонах частот, а інші прилади – для аналізу метеорологічних умов.

Інформація, що одержана з метеосупутників, дозволяє скласти оперативні екологічні карти хмарового, льодового та снігового покривів, виявляти зародження ураганів і визначати напрямок і швидкість їх поширення, розрізняти тип та етапи розвитку погодних умов, виявляти струменеві потоки в атмосфері, місцеві метеорологічні явища (шквали, грозову активність тощо), досліджувати тепловий баланс Землі, визначати температуру хмарового покриву, поверхні суходолу й океану.

Для одержання інформації про метеоумови у будь-якому районі необхідна приймальна станція, що устаткована апаратурою реєстрації (одержання фото- і відео- зображень) телеінформації.

Найдоцільнішими вважають системи, що складаються з чотирьох та шести метеосупутників, які обертаються на полярних кругових орбітах висотою 600–2000 км від усередненої земної поверхні, розташовані так, щоб супутники одночасно знаходилися приблизно на одній широті.

### **14.3.2 Супутники для вивчення земних ресурсів**

Призначені для збору різноманітних океанографічних даних, моніторингу сільськогосподарських культур та лісових масивів, геологічної розвідки, вимірювання товщини снігового

покриву та спостереження за пересуванням льодовиків, оцінювання земельних ділянок в інтересах землекористування, оцінювання якості води, теплового і топографічного картування місцевості, збору даних для прогнозування стихійного лиха (наприклад, землетрусів, повеней, лісових пожеж).

В основу вивчення покладена така фізична властивість речовини: будь-яка речовина поглинає, випромінює, розсіює або відбиває (повністю або частково) електромагнітну енергію і характеризується властивою їй сигнатурою, яка пов'язана з довжиною хвилі та молекулярною будовою речовини. Дякуючи цьому можливе дистанційне вимірювання за допомогою широкого класу приладів, які можуть визначити (відшукати та зареєструвати) сигнатуру речовини без безпосереднього контакту з ним.

Найбільш ефективними для польотів з метою вивчення земних ресурсів вважаються сонячно-синхронні кругові орбіти на висотах 500–900 км.

До складу наземного комплексу входять: станція супроводження, пункти збору інформації (яка передається безпосередньо або ретранслюється через супутники зв'язку), центр управління та центр обробки інформації. Обробка даних включає декодування, нормалізацію, трансформувannya, прив'язку до місцевості, вилучення інформації, індексацію, архівацію та збереження.

#### **14.4 Основні види даних дистанційного зондування**

Реєстрація гамма-випромінювання дає можливість за допомогою оцінювання рівня його послаблення визначити вологість ґрунту, наявність або кількість снігу на поверхні. Недолік: обмежене просторове розділення та можливість вимірювань лише на невеликих висотах польоту авіаносія.

Фотографічні та відеографічні системи застосовують для визначення типів структури ґрунтів, аналізу стану рослинних покривів, спостереження за дренажними системами, оцінки

характеру морських поверхонь. Завдяки використанню фотографічних систем можна одержати інформацію щодо просторового розподілу седиментів, характеру ерозійних процесів, викиду забруднень та стічних вод із труб.

Основний вид космічних зйомок – це фотографування поверхні Землі за допомогою спеціалізованих народногосподарських супутників серії «Космос», «Фотон», «Фрам» (Росія), «Січ-1М», «Океан-0» (Україна) та ін. із середньою висотою 250 км. Вони устатковані декількома фотокамерами з різними фокусними відстанями та здійснюють космічну фотозйомку в різних масштабах.

Багатоспектральні сканери використовують для аналізу земної поверхні, рослинних покривів, картографії, визначення вологості ґрунту, оцінок рослинної біомаси, снігових покривів, непрохідних просторів, кольору океану.

Теплові сенсори знаходять застосування при визначенні рівня теплового забруднення водойм, оцінок розмірів, температури рослинних покривів та впливу на них зовнішніх факторів, вологості ґрунту, теплових аномалій, температури та стану поверхні водойм, морських течій, льодових та снігових масивів, вулканічної діяльності, дренажних структур, термічних індустріальних викидів. Широкого застосування набула техніка дистанційного зондування теплового ІЧ випромінювання для аналізу ландшафтних екологічних процесів – вимірювання випаровування, еватранспірації та вологості ґрунту, вивчення характеристик теплового балансу та теплових потоків, оцінювання теплообміну між лісовими масивами.

Надвисокочастотні (НВЧ) локатори дають можливість вимірювати характеристики ґрунтів (нерівність, структуру, вологість), рослинних покривів та опадів, оцінювати водні ресурси, стан морської поверхні, прогнозувати наближення цунамі, визначати типи та розміри льодових масивів, аналізувати характер упаковки снігу.

## Висновки

Для вирішення актуальних завдань раціонального природокористування необхідно створити сучасні засоби для одержання оперативної інформації про стан геосистем України.

Найбільш ефективними методами оперативного контролю геоекологічного стану є аерокосмічні методи зондування Землі в різних спектральних діапазонах. Сучасний рівень розвитку засобів дистанційного зондування дозволяє одержати дані про параметри суші та води з необхідними просторовими елементами розрізнення і періодичністю поновлення інформації.

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

Основними видами аерокосмічних методів дослідження є оптична фотозйомка, телевізійна, інфрачервона, радіотеплова, радіолокаційна, радарна і багатозональна зйомка. Структура космічної системи вивчення природних ресурсів Землі складається з системи управління та чотирьох основних підсистем: одержання космічної інформації, додаткової дистанційної інформації, збору та зберігання інформації, обробки інформації.

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

Аерокосмічний моніторинг поділяється на авіаційний та космічний моніторинги.

Основні типи апаратів аерокосмічного моніторингу – це метеорологічні супутники та супутники для вивчення земних ресурсів.

Найкращі результати досягаються за умови комплексного, синхронного проведення космічних і наземних досліджень, коли

результати наземних вимірювань екстраполюються на картосхеми, одержані на основі космічних знімків.

Геоекологічне дешифрування матеріалів сучасних багатозональних космічних зйомок та їх інтерпретація з геолого-картографічними даними на урбанізовані території з небезпечними геологічними процесами дозволяють оцінити і прогнозувати розвиток цих процесів.

Аерознімки покривають обширні, у тому числі важкодоступні, території в один момент часу і в однакових фізичних умовах. Дуже важлива перевага – повторність зйомок, тобто фіксація стану об'єктів у різні моменти часу і можливість простежування їх динаміки.

Дані дистанційного зондування Землі завдяки високій оглядовості, оперативності та об'єктивності є найбільш важливим джерелом геопросторової інформації.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які методи використовуються при дистанційному моніторингу?
2. Назвіть основні види аерокосмічних методів дослідження.
3. За допомогою яких методів здійснюється дистанційний контроль атмосфери?
4. У чому полягає принцип лазерного зондування?
5. Перелічіть основні методи дистанційного контролю природних вод.
6. За допомогою яких методів здійснюється дистанційний контроль атмосфери?
7. У чому полягає принцип лазерного зондування?
8. Для яких цілей застосовують геофізичні методи досліджень?
9. Дайте визначення аерокосмічного методу моніторингу.

10. Назвіть основні типи апаратів для аерокосмічного моніторингу.

## Тема 15 Інформаційне забезпечення в системі екологічного моніторингу

*Зміст теми:*

15.1 Рівні інформаційної системи моніторингу.

15.2 Пакети прикладних програм для обробки даних моніторингу.

15.3 Середній рівень екоінформаційної системи. Геоінформаційне забезпечення системи моніторингу (ГІС).

15.3.1 Особливості організації даних у ГІС.

15.3.2 Основні функціональні можливості ГІС.

15.3.3 Структура ГІС єдиного екологічного моніторингу регіону.

*Ключові терміни:* інформація, зберігання, обробка даних, глобальна система моніторингу, геоінформаційні системи, програмне забезпечення.

Найважливішим завданням екологічного моніторингу є не лише одержання інформації, але і її раціональне зберігання, обробка і представлення. Тому однією з найважливіших проблем при створенні систем екологічного моніторингу стає розробка потужної, ефективної, багатоцільової і багатоаспектної інформаційної автоматизованої системи, джерелами інформації для якої стають: картографічні дані, в тому числі дані про географічне положення регіонів та функціональне використання територій; інформація про структуру енерговиробництва і енергоспоживання регіонів, джерела антропогенного забруднення середовища; дані, що надходять зі стаціонарних постів екологічного контролю; результати пробовідбірних аналізів середовища; аерокосмічного зондування; медико-біологічних та соціальних досліджень та ін.

**Призначенням** такої системи є не лише накопичення та візуалізація даних моніторингу, але створення єдиного інформаційного простору і надання широких можливостей



системного аналізу інформації для ефективного управління якістю навколишнього середовища та забезпечення безпеки життєдіяльності населення.

### **15.1 Рівні інформаційної системи моніторингу**

Для проведення аналітичного аналізу потрібні спеціалізовані програмні продукти. При організації та функціонуванні екоінформаційної системи виділяють **три рівні**, різних за методами збору, зберігання обробки і аналізу наявної екологічної інформації. *Нижній рівень* представляють модулі обробки первинної екологічної інформації, *середній* – програмне забезпечення, що дозволяє провести системний (у тому числі і географічний) аналіз інформації про стан довкілля, а *верхній рівень* – програмні модулі для підтримки прийняття управлінських рішень.

### **15.2 Пакети прикладних програм для обробки даних моніторингу**

На нижньому рівні екоінформаційної системи для обробки результатів екологічного моніторингу та відомчих кадастрів із даними про стан природних ресурсів, можуть використовуватися різні програмні продукти – електронні таблиці, спеціалізовані пакети прикладних програм.

Прикладом слугують такі програми.

**Міжнародний реєстр потенційно токсичних хімічних речовин (МРПТХВ)**, діючий за участю ВООЗ з 1975 р., є всесвітнім центром інформації щодо токсичних хімічних і містить відомості про виробництво, види використання, шляхи надходження в навколишнє середовище, трансформацію, токсичність і законодавчі акти (про використання та заборони) для більше ніж 800 хімічних речовин міжнародного значення. У рамках МРПТХВ функціонує банк даних і глобальна система обміну інформацією про потенційно токсичні хімічні речовини.

МРПТХВ тісно співпрацює з іншими організаціями, зокрема з міжнародною програмою хімічної безпеки (ЮНЕП / Міжнародна організація праці). Інформація в цей центр надходить від 110 країн. На основі даних МРПТХВ були розроблені і прийняті в 1989 р. радою керівників ЮНЕП керівні вказівки щодо обміну інформацією про хімічні речовини в міжнародній торгівлі, положення яких - насамперед, принцип попередньої обгрунтованої згоди імпортера та експортера на укладення торговельної угоди – використовувалися в міжнародному кодексі щодо пестицидів, розробленому ФАО.

### **Міжнародна інформаційно-довідкова система з навколишнього середовища ЮНЕП (ІНФОТЕРРА).**

Система ІНФОТЕРРА діє з січня 1977 р. Це одна з найбільш розвинених міжнародних довідкових систем глобального рівня. У ній беруть участь 136 країн. Система забезпечує контакти між тими, хто має інформацію про навколишнє середовище і готовий її надати тим, хто її потребує . До 1989 96 країн ввели в систему ІНФОТЕРРА свої національні джерела, загальне число яких досягло 6200. Вони являють собою понад чверть мільйона експертів. У системі ІНФОТЕРРА є дев'ять регіональних центрів обслуговування .

Система ІНФОТЕРРА містить п'ять основних компонентів: національні виділені центри ( НВЦ – у Росії це Всесоюзний інститут наукової і технічної інформації – ВІНІТІ), спеціалізовані секторні (тематичні) джерела, регіональні центри обслуговування (РЦО ) і Центр передачі даних (ЦПД) ІНФОТЕРРА (в штаб-квартирі ЮНЕП у Найробі) .

НВЦ ІНФОТЕРРА є ключовим компонентом усієї мережі, так як вони забезпечують введення джерел у Міжнародний довідковий реєстр (МСС) та є первинними пунктами контакту з користувачами.

Основними завданнями РЦО є використання в інтересах регіону світових баз даних (системи ООН, національних, комерційних та ін.) з тематики довкілля, створення і розвиток централізованої бази даних та довідково-інформаційного

обслуговування, а також забезпечення споживачів копіями першоджерел. Споживачами ІНФОТЕРРА є будь-які організації, установи чи підприємства, зацікавлені в одержанні інформації з тематики навколишнього середовища. У промислово розвинених країнах 46 % усіх споживачів становлять науково-дослідні інститути і вузи, 34 % – урядові установи, 11 % – промисловість; в країнах, що розвиваються 23 % становлять НДІ і вузи, 46 % – урядові установи, 15 % – промисловість.

Робочими документами ІНФОТЕРРА є Міжнародний реєстр (містить відомості про національні та міжнародні організації, зареєстровані як джерела інформації), спеціалізовані реєстри (містять не лише переліки джерел інформації, а й бібліографію приблизно за останні 5 років), тезаурус ІНФОТЕРРА (для автоматизованого пошуку джерел інформації з організаційними ознаками, тематикою, предметними ознаками – близько 900 термінів і визначень – в алфавітному порядку і в порядку кодів), керівництво ІНФОТЕРРА (містить опис системи та операцій із передачі інформації за її комунікаціями) .

### **Інформаційні системи та системи даних для Міжнародної геосферно-біосферної програми (МГБП).**

В основі МГБП лежить зв'язок спостережень у широкому діапазоні часових і просторових масштабів з дослідженнями і моделями з метою кращого розуміння і, в кінцевому рахунку, передбаченні глобальних змін. У даний час немає достатніх даних для проведення досліджень глобальних змін і тому виникає необхідність у створенні інформаційних систем для МГБП. Тому виникає необхідність розроблення геоприв'язаних моделей і баз даних та створення методів і протоколів для використання великих обсягів даних, крім того, потрібні методи, що дозволяють інтерпретувати дані дистанційних спостережень та їх переклад у параметричну інформацію для використання в моделях і дослідженнях.

До даних для МГБП ставляться такі види вимог. По-перше, необхідні дані про фактичні глобальні зміни, які повинні бути точно відкалібровані для демонстрації малих змін у

навколишньому середовищі, такі як: температура поверхні суші і океану, розподіл і кількісні дані про глобальні опади, зміни в характеристиках глобального покриття суші і динаміці екосистем. По-друге, потрібні дані для параметризації і підтримки досліджень глобальних процесів: вивчення водного та енергетичного балансу і динаміки (дані про приховані потоки тепла, переміщення води, топографії суші, вологості ґрунту і т. п.), моделювання глобальних біогеохімічних циклів, вивчення екосистемної динаміки для різних кліматичних режимів (дані про характеристики поверхні суші, включаючи зміни в рослинності і ґрунті, топографічна інформація і дані про кліматичні зміни), морські дослідження для розуміння процесів обміну рідкісних газів із морською біосферою (дані про хлорофіл океану, температуру морської поверхні, концентрація CO<sub>2</sub> у верхніх шарах океану, переміщення повітря по поверхні океану).

Таким чином, МГБП діє в двох основних напрямках: управління даними і створення баз глобальних даних. У першій сфері за пріоритетну мету передбачається створити реєстр глобальних екологічних даних (Global Environmental Data Directory - GEDD), використовуючи досвід Базового реєстру даних НАСА ( NASA Master Directory ) , функціонуючого з 1988 р. Останній включає в себе дані Європейського космічного агентства в Італії , реєстр даних про Землю НООА в США, а копії цих реєстрів будуть зберігатися в Японії, Женеві та США. Копія Базового реєстра буде також установлена за допомогою НАСА в системі ГРІД / ЮНЕП .

У сфері розроблення баз глобальних даних намічається зосередитися насамперед на інформації щодо зміни покриття суші з роздільною здатністю 1 км. Для цього буде використовуватися радіометр із підвищеною роздільною здатністю, що встановлюється на супутниках серії НООА (США). У ряді пілотних проектів було зібрано дані по США, Канаді та Західній Африці. Плануються проекти, що використовують двох'ярусний підхід. По-перше, одержання

даних по моніторингу змін різних класів рослинності на великих територіях (1000 x 1000 км). По-друге, створення додаткових баз даних для невеликих територій (100 x 100 км) для одержання інформації щодо потоків енергії, води, газів.

На використанні даних супутникових спостережень із застосуванням системи трьох супутників, що обслуговуються персоналом постійної орбітальної станції, заснована Система спостережень Землі ( Earth Observing System ). Ця система, створена двома агентствами США – НАСА і НООА являє собою розраховану на тривалу перспективу багатодисциплінарну програму вивчення Землі як системи атмосфера – гідросфера – криосфера – біосфера. Для здійснення ефективної обробки та розповсюдження даних супутникових і звичайних спостережень споживачам створена наземна геоінформаційна система, що розташовує комплексом високопродуктивних ЕОМ. Система спрямована на вивчення чотирьох великих областей системи Земля: геологія і геодинаміка; процеси, пов'язані із сушею; океанічні процеси; атмосферна циркуляція і хімія атмосфери .

### **15.3 Середній рівень екоінформаційної системи.**

#### **Геоінформаційне забезпечення системи моніторингу (ГІС)**

На середньому рівні екологічної інформаційної систем для географічного аналізу інформації про стан навколишнього середовища використовуються географічні інформаційні системи (ГІС). Подібні системи, забезпечуючи обробку, аналіз і візуалізацію просторово - розподіленої інформації (природно - ресурсної, екологічної, правової та соціально-економічної, статистичної та ін.) про територію, дозволяють забезпечити користування електронними картографічними фондами регіону, систематизувати та вдосконалити облік і оцінювання природних ресурсів, організацію комплексного екологічного моніторингу, видачу необхідної інформації для управління всім природним комплексам, реалізуючи досвід, накопичений фахівцями в цих сферах.

Розроблення ГІС почалося більше 30 років тому. Тоді це були чисто географічні інформаційні системи. Їх якісно нова зміна відбулася з розвитком обчислювальної техніки. Тепер в основі цих систем лежить принцип інтеграції самих різних технологій їх обробки.

**ГІС – це автоматизована інформаційна система,** призначена для обробки просторово-часових даних, основою яких служить географічна інформація.

Як інтегровані автоматизовані інформаційні системи ГІС об'єднують в єдиний комплекс методи і технології обробки даних практично всіх автоматизованих систем загального призначення: автоматизованих систем наукових досліджень (АСНД), систем автоматизованого проектування (САПР), автоматизованих довідково-інформаційних систем (АДІС), систем автоматизованого управління (АСУ).

У ГІС використовуються різні бази даних. Вони об'єднують в собі як бази даних звичайної (цифрової) інформації, так і графічні бази даних.

У сучасні ГІС входять модулі для тривимірного (3D) аналізу і проектування, генерації планів, автоматичного документування проектів і вибору оптимальних варіантів. Лише з появою ГІС повною мірою реалізується можливість цілісного, узагальненого погляду на комплексні проблеми навколишнього середовища та екології. Технологія ГІС дозволяє зібрати воедино і проаналізувати різну інформацію про навколишнє середовище. Геоінформаційна система стає основним елементом систем екологічного моніторингу.

### **15.3.1 Особливості організації даних у ГІС**

До особливостей ГІС належать наявність великих обсягів збереженої в них різномірної інформації, специфічність організації і структурування моделей даних. Дані реального світу, які відображаються в ГІС, у першому наближенні можна

розглядати з урахуванням трьох аспектів: просторового, часового і тематичного.

*Просторовий* аспект пов'язаний із визначенням місця розташування об'єкта на карті, *часовий* – із зміною об'єкта або процесу в часі, *тематичний* – із виділенням одних ознак об'єкта і виключенням із розгляду інших. При цьому всі дані вимірювань при зберіганні їх у ГІС підпадають під одну з характеристик: місце, час, предмет. Більшість технологій ГІС для визначення місця використовують координати та атрибути.

Координати точок просторових об'єктів служать для зазначення місця розташування об'єктів на земній поверхні, яка реально має складну форму. Найбільш широко застосовуються два основних типи координат: плоскі і сферичні. Вибір системи координат залежить від розмірів досліджуваних ділянок поверхні і, як наслідок, від впливу кривизни Землі. Плоскі координати – декартові або полярні – застосовуються при зображенні невеликих (20 x 20км) ділянок Землі. При цьому положення точки визначається відповідно або значенням декартових координат  $X$ ,  $Y$  (вісь  $X$  вказує на схід, вісь  $Y$  – на північ), або відстанню від початку координат  $r$  і кутом від фіксованого напрямку на північ. При необхідності врахування кривизни Землі застосовують сферичні системи координат. Найбільш відома з них – географічна система координат, в якій положення точки визначається широтою і довготою.

У ГІС підтримується широкий спектр (у деяких ГІС до декількох десятків) різноманітних картографічних проєкцій і координат і досить розвинені засоби для їх взаємного перетворення.

У загальному випадку моделі просторових (координатних) даних у ГІС можна класифікувати за трьома типами :

- растрова модель;
- векторна модель, яка не містить топологічних характеристик;
- векторна топологічна модель.

*Растрові моделі* широко застосовуються в тому випадку, коли потрібно якісне уявлення даних, а не їх аналіз. Наприклад, при обробці аерокосмічних знімків для відображення даних дистанційного зондування Землі застосовуються растрові моделі даних. Растрові моделі також часто використовуються при вивченні нових явищ. При цьому дані збирають із рівномірно розташованої мережі точок і за допомогою статистичної обробки одержують об'єктивні характеристики досліджуваних об'єктів. До переваг растрових моделей необхідно віднести той факт, що процес їх одержання набагато простіший, ніж побудова векторних моделей, растрові дані добре стискаються і при зберіганні в системі займають менше місця, ніж векторні дані. Крім того, в багатьох растрових моделях передбачена можливість введення векторних даних. Разом із тим, при відображенні реальних об'єктів у растровій моделі займається весь графічний простір, тобто для обробки і маніпулювання даними в таких моделях потрібні додаткові перетворення, великі обсяги пам'яті та істотні витрати часу.

У цілому *векторні моделі* порівняно з растровими мають ряд переваг: векторна технологія ефективніша при виконанні розрахунків; при зберіганні в початковому вигляді векторні файли займають менший об'єм пам'яті; векторні малюнки легко редагуються, масштабування і трансформування векторних зображень на відміну від растрових відбувається без спотворень.

Повна векторна модель даних ГІС включає: просторову інформацію, що описує положення і форму географічних об'єктів та їх просторові зв'язки з іншими об'єктами; описову інформацію про ці об'єкти .

Просторові зв'язки між об'єктами (взаємне розташування об'єктів, їх віддаленість один від одного, суміжність, можливість проїзду від однієї точки до іншої і т. п.) на цифрових картах описується за допомогою топології.

Для введення географічної інформації в ГІС у даний час використовуються **два типи пристроїв**: дигітайзери та сканери. Перші дозволяють одержувати цифрові карти у векторному



форматі, другий – у растровому. Для перетворення растрового формату у векторний потім застосовуються спеціальні програмні засоби – векторизатори.

У ГІС прийнята **концепція пошарового представлення** графічної інформації. Картографічні об'єкти на основі типізації за загальними властивостями або функціональними ознаками організуються в набори шарів. Такими властивостями можуть бути: належність до одного типу координатних об'єктів (точкові, лінійні, полігональні); належність до одного типу просторових об'єктів (житлові будівлі, комунікації, адміністративні кордони), відображення одним кольором і т. д. Сукупність шарів утворює інтегровану основу картографічної частини ГІС. Пошарова організація інформації дозволяє використовувати групову обробку властивостей об'єктів, що підвищує продуктивність ГІС. Дані, що розміщуються в шарах, можуть оброблятися в інтерактивному або автоматичному режимі. За допомогою системи фільтрів об'єкти одного шару можуть бути одночасно масштабовані, переміщені, скопійовані, записані в базу даних. При необхідності можна ввести заборону на їх редагування або перегляд і т. д. Багат шарова організація електронної карти при наявності гнучкого управління шарами дозволяє, з одного боку, легко об'єднувати інформацію, яка міститься в них, з іншого – спрощує аналіз картографічних даних, надаючи можливість відключення непотрібних даних. Шари можуть мати як векторні, так і растрові формати. В цілому поєднання методів топології і пошарового представлення картографічної інформації дає якісно нові можливості аналізу картографічних даних.

Як правило, ГІС працюють у власному, найбільш зручному для даної системи внутрішньому форматі даних. Крім координатних даних у ГІС можуть зберігатися і оброблятися описові та часові характеристики об'єктів, що становлять так званий клас атрибутивних даних. До описових даних належать, наприклад, назви географічних чи політичних одиниць, міст, річок; екологічні показники регіонів, наприклад, склад

забруднюючих речовин у водоймах або у викидах промислових підприємств, інтенсивність руху по дорогах або їх окремих ділянках та ін. Характерним прикладом часових даних є дані екологічного моніторингу. Це можуть бути результати безперервних вимірювань метеорологічних факторів або концентрацій забруднюючих речовин, результати періодичного пробовідбірної аналізу стану навколишнього середовища, результати спостережень за змінами флори і фауни в конкретних регіонах і т. д.

При побудові моделей даних на основі спостережень у геоінформаційних системах часто один параметр вважають незмінним, значеннями іншого задаються і при цьому фіксують зміни третього параметра. Наприклад, зафіксувавши географічне положення автоматизованих постів екологічного контролю і задавшись моментами знімання інформації з датчиків упродовж доби, можна створити відповідну таблицю для зберігання результатів вимірювань системи екологічного моніторингу.

Описові атрибути об'єктів карти зберігаються комп'ютером подібно координатам. Вони можуть зберігатися у вигляді наборів чисел, символів, текстів, схем або фотографій, звукових записів. Застосування атрибутів дозволяє здійснювати аналіз об'єктів ГІС із використанням стандартних форм запитів і різного роду фільтрів, а також виразів математичної логіки, що особливо ефективно при тематичному картографуванні. Крім того, за допомогою атрибутів виробляються типізація і структурування некоординатних даних. Таким чином, атрибутивний опис доповнює координатний і спільно з ним створює повний опис даних ГІС, вирішує завдання типізації та класифікації даних, спрощує їх обробку.

### **15.3.2 Основні функціональні можливості ГІС**

У самій концепції ГІС закладені всебічні можливості збору, інтеграції та аналізу будь-яких розподілених у просторі або прив'язаних до конкретного місця даних. При необхідності

можна візуалізувати наявну інформацію у вигляді карти з графіками або діаграмами, створити, доповнити або видозмінити базу даних просторових об'єктів, інтегрувати її з іншими базами даних. Засоби ГІС набагато перевершують можливості звичайних картографічних систем, хоча, природно, включають і всі основні функції одержання високоякісних карт і планів. У цілому ГІС являє собою новий рівень і спосіб інтеграції та структурування інформації, особливо в тих випадках, коли інформація, яка цікавить користувача, відноситься до об'єктів, для яких важливі їх просторове положення, форма і взаємне розташування.

Геоінформаційні системи володіють широким набором засобів математичного моделювання, які охоплюють ряд областей, які раніше не об'єднувалися для спільної обробки інформації.

Математичне моделювання в ГІС включає: побудову проекту карти на основі методології САПР; проєкційні перетворення; геометричний аналіз (визначення відстаней, довжин ламаних ліній, розрахунок площ, пошук точок перетину ліній та ін.); побудову буферних зон; аналіз мереж; перетворення форм представлення даних, у тому числі широкі можливості інтерполяції, наприклад, побудову безперервних полів за дискретними значеннями змінних; цифрове моделювання рельєфу.

Сучасні ГІС тісно пов'язані з графічними засобами САПР, наприклад такими, як AutoCad , потужними реляційними СУБД (Oracle , SQL–сервер та ін.), пакетами обробки аеро- і космічних знімків, пакетами статистичного аналізу та обробки даних , що робить їх ще більш привабливими з точки зору наступності і розвитку функціональних можливостей раніше створених інформаційних систем .

### 15.3.3 Структура ГІС єдиного екологічного моніторингу регіону

Комплексність екологічних проблем, пов'язуючи воедино завдання, які вирішуються різними фахівцями, вимагає системного підходу до їх вирішення, який проявляється в конкретних діях фахівців кожної галузі. Структура інформаційного забезпечення системи екологічного моніторингу відображає цю специфіку. За функціональним призначенням його доцільно розділити на проблемноорієнтовані блоки (або стосовно до термінології ГІС-шари) інформації окремих регіональних служб, включаючи архітектурно-планувальні, комунальні, інженерного забезпечення та ін.

Інформаційне забезпечення системи екологічного моніторингу повинно містити такі тематичні шари інформації:

- загальна екологічна характеристика (атмосферне повітря, водойми, ґрунт, санітарно-епідеміологічні умови тощо);
- джерела негативного впливу на навколишнє середовище (викиди і скиди, тверді відходи тощо);
- зонування територій (об'єкти виробничого призначення, селітебні території, адміністративні будівлі тощо);
- система охоронних територій (пам'ятки історії та архітектури, водоохоронні зони та ін.);
- інженерно-технічні та транспортні комунікації (магістралі наземного і підземного видів транспорту, теплотраси, лінії електропередачі та ін.);
- охорона здоров'я та соціально-побутові умови;
- нормативні та правові документи;
- перспективи розвитку регіону.

Одним із найважливіших елементів системи є дані про об'єктивний стан навколишнього середовища. Для прикладу розглянемо структуру баз даних з показниками якості атмосферного повітря. Стан атмосферного повітря характеризується в першу чергу результатами експериментального визначення наявності в ньому тих чи інших

забруднюючих речовин та їх концентрацій. Ця інформація складається з результатів періодичного пробовідбірною аналізу, проведеного в регіоні відповідними державними організаціями (наприклад, органами санітарно-епідеміологічного нагляду) і даних, що надходять зі стаціонарних постів безперервних екологічних спостережень. Тому картографічна база даних із контролю атмосфери повинна містити повну інформацію про місця контролю (адреса точок відбору проб), часу проведення замірів, погодні умови в момент забору проби, концентрації інгредієнтів, які вимірюються. На основі такої інформації сучасні ГІС дозволяють вирішувати завдання інтерполяції – відновлення безперервних полів за дискретними даними, завдання комплексного оцінювання впливу на екологічну ситуацію регіону полів забруднень різних інгредієнтів та ін.

Тематична інформація, що стосується розташування і конфігурації основних джерел забруднення навколишнього середовища, повинна бути представлена відповідними електронними картами. У пов'язаних із ними таблицях доцільно зберігати загальні відомості про підприємства регіону (назва, адреса, адміністрація і т. д.). Такі бази даних у сукупності з відповідними картами дозволяють одержувати відповіді на такі запити:

- що являє собою об'єкт, виділений на карті;
- де він розташований;
- які об'єкти викидають певні шкідливі речовини;
- які підприємства викидають шкідливі речовини обсягом більше заданого;
- які речовини викидає дане підприємство і в якому обсязі;
- які підприємства перевищують нормативи ПДВ;
- у якого підприємства прострочено дію дозволу на викид;
- у якого підприємства заборгованість щодо виплат за викиди в атмосферу.

Дані про інженерно-технічні і транспортні комунікації повинні зберігатися в ГІС також у вигляді відповідних карт і тематичних баз даних. У базах даних на транспортних

магістралях повинні міститися такі екологічні показники, як інтенсивність руху, спектр і обсяг шкідливих викидів на одиницю довжини, віброакустичні дані та ін.

Додаткові можливості для аналізу екологічної ситуації надають операції щодо накладення шарів інформації в ГІС. Так, одночасний вивід на екран полів концентрації оксиду вуглецю, побудованих за результатами її вимірів, і викидів цього забруднювача уздовж транспортних магістралей дозволяє зробити висновок про джерело екологічної небезпеки та вжити відповідних заходів щодо її усунення.

Крім поширених баз даних у системі інформаційного забезпечення екологічного моніторингу особливе значення має блок моделювання розподілу полів концентрації забруднюючих речовин на основі загальних показників роботи промислових об'єктів або інших джерел забруднення і ступеня їх впливу на навколишнє середовище. Такі розрахунки необхідні при аналізі неблагополучної екологічної ситуації в регіоні для виявлення її винуватців (разом із аналізом даних прямих вимірювань або замість них, коли їх одержання не представляється можливим) або при прогнозуванні екологічної обстановки при введенні в дію або реконструкції тих чи інших джерел антропогенного впливу на навколишнє середовище і визначенні розміру витрат на зменшення кількості шкідливих викидів у навколишнє середовище. Точність моделювання поточної ситуації в цьому випадку, як правило, невелика, але достатня для виявлення осередків забруднення та вироблення адекватного керуючого впливу на технологічному та економічному рівнях. У даний час існує ряд методик і самостійних програмних засобів (що не входять до складу ГІС), що дозволяють визначати поля концентрацій забруднюючих речовин за результатами рішення рівнянь, що описують із тим чи іншим ступенем наближення розсіювання домішок в атмосфері або водному середовищі. Для моделювання процесів в атмосфері затверджена методика ОНД-86.

Широкі інтеграційні можливості ГІС дозволяють використовувати як джерело інформації зовнішні спеціалізовані розрахункові модулі та програмні засоби. Тому їх включення до складу ГІС не викликає особливих труднощів.

Таким чином, ГІС дозволяє ефективно реалізувати комплексний підхід до вирішення завдань забезпечення екологічної безпеки регіону і створює єдиний інформаційний простір для служб управління регіоном.

## **Висновки**

Призначенням інформаційної автоматизованої системи є накопичення, візуалізація даних моніторингу та створення єдиного інформаційного простору і надання широких можливостей системного аналізу інформації для ефективного управління якістю навколишнього середовища та забезпечення безпеки життєдіяльності населення.

При організації та функціонуванні екоінформаційної системи виділяють три рівні, різних за методами збору, зберігання обробки та аналізу наявної екологічної інформації. *Нижній рівень* представляють модулі обробки первинної екологічної інформації, *середній* – програмне забезпечення, що дозволяє провести системний (у тому числі і географічний) аналіз інформації про стан довкілля, а верхній рівень – програмні модулі для підтримки прийняття управлінських рішень.

На нижньому рівні екоінформаційної системи використовуються різні програмні продукти – електронні таблиці, спеціалізовані пакети прикладних програм.

На середньому рівні екологічної інформаційної системи використовуються географічні інформаційні системи. ГІС – це автоматизована інформаційна система, призначена для обробки просторово-часових даних, основою яких служить географічна інформація.

Дані, які відображаються в ГІС, містять три аспекти: просторовий, часовий і тематичний. Просторовий аспект пов'язаний із визначенням місця розташування об'єкта на карті, часовий – із зміною об'єкта або процесу в часі, тематичний – із виділенням одних ознак об'єкта і виключенням із розгляду інших.

Для визначення місця розташування об'єкта моніторингу використовують координати та атрибути. Координати точок просторових об'єктів служать для вказівки місця розташування об'єктів на земній поверхні, яка реально має складну форму. У загальному випадку моделі просторових даних у ГІС можна класифікувати за трьома типами:

- растрова модель;
- векторна модель, яка не містить топологічних характеристик;
- векторна топологічна модель.

У ГІС прийнята концепція пошарового представлення графічної інформації. Картографічні об'єкти на основі типізації за загальними властивостями або функціональними ознаками організуються в набори шарів. Багат шарова організація даних дозволяє, з одного боку, легко об'єднувати інформацію, яка міститься в них, з іншого – спрощує аналіз картографічних даних, надаючи можливість відключення непотрібних даних.

Математичне моделювання в ГІС включає: побудову проекту карти на основі методології САПР; проекційні перетворення; геометричний аналіз (визначення відстаней, довжин ламаних ліній, розрахунок площ, пошук точок перетину ліній та ін.); побудову буферних зон; аналіз мереж; перетворення форм представлення даних, у тому числі широкі можливості інтерполяції, наприклад, побудову безперервних полів за дискретними значеннями змінних; цифрове моделювання рельєфу.

Таким чином, ГІС дозволяє ефективно реалізувати комплексний підхід до вирішення завдань забезпечення



екологічної безпеки регіону і створює єдиний інформаційний простір для служб управління регіоном.

### **Питання для самоперевірки**

1. Сформулюйте призначення інформаційної автоматизованої системи моніторингу довкілля.
2. Охарактеризуйте рівні екоінформаційної системи моніторингу довкілля.
3. Наведіть приклади програм, які застосовуються на нижньому рівні екоінформаційної системи моніторингу довкілля.
4. Дайте визначення геоінформаційних систем.
5. В якому вигляді можуть надаватись дані в геоінформаційних системах?
6. Назвіть типи моделей просторових даних у ГІС.
7. Назвіть переваги растрових та векторних моделей ГІС.
8. Які переваги дає пошарове представлення інформації в ГІС?
9. Що включає в себе математичне моделювання в системі ГІС?
10. Назвіть тематичні шари інформації в системі екологічного моніторингу.

## Список літератури

1. Клименко М.О. Моніторинг довкілля : підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. — Київ : Академія, 2006. — 360 с.
2. Моніторинг довкілля : підручник / за ред.: В. М. Боголюбова, Т. А. Сафранова.— Херсон, 2012. — 530 с.
3. Рибалов О. О. Основи моніторингу екологічного простору : навч. посіб. / О. О. Рибалов. — Суми : СумДУ, 2007. — 240 с.
4. Панас Р. М. Основи моніторингу та прогнозування використання земель : навч. посіб. / Р. М. Панас. — Львів : Новий Світ-2000, 2007. — 224 с.
5. Троянський О. І. Моніторинг якості повітря / О. І. Троянський, О. А. Дашковський. — Житомир : Волинь, 2004. — 160 с.
6. Троянський О. І. Моніторинг якості води / О. І. Троянський. — Житомир : Волинь, 2004.— 192 с.
7. Греков Л. Д. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом / Л. Д. Греков, Г. Я. Красовський, О. М. Трофимчук. — Київ : Наукова думка, 2007. — 123 с.

Навчальне видання

Конспект лекцій  
із курсу «Моніторинг довкілля»  
для студентів спеціальності 04010601 «Екологія та охорона  
навколишнього середовища»  
усіх форм навчання

Відповідальний за випуск Л. Д. Пляцук  
Редактор Н. М. Мажуга  
Комп'ютерне верстання Є. В. Батальцева

Підписано до друку 30.09.2016, поз.  
Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 14,42. Обл.-вид. арк. 13,68. Тираж 30 пр. Зам. №  
Собівартість вид. грн к.

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.