

ЛУКАШОВ Д.В.

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

(навчальний посібник)

Київ-2022

**Рекомендовано Вченою радою Навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Протокол від « _____ » _____ 2022 р. № _____**

Рецензенти:

Риженко Н.О., доктор біологічних наук, професор, завідувачка кафедри екології та екологічного контролю Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України

Степова О.В., доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Лукашов Д.В. Моніторинг довкілля. Навчальний посібник. – Київ, 2022. – с. [Електронне видання]

Посібник присвячено висвітленню сучасного стану організації екологічного моніторингу складових навколишнього природного середовища в Україні. Матеріал посібника ґрунтується на діючих нормативних документах законодавства України станом на початок 2022 р. Окреслено загальну концепцію моніторингу довкілля, його методологію, завдання та універсальні принципи. Посібник охоплює найкраще розвинуті складові державного моніторингу довкілля у сфері охорони атмосферного повітря та моніторингу вод. Проаналізовано сучасний стан моніторингу земель та біорізноманіття, визначено перспективи формування відповідних державних програм. Видання призначено для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 101- Екологія.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ.....	6
1.1 Моніторинг довкілля як елемент державного управління.....	10
1.2 Історія розвитку моніторингу довкілля	12
1.3 Види моніторингу довкілля	13
1.4 Нормативно-правова організація моніторингу довкілля в Україні	15
1.5 Моніторинг довкілля як інформаційна система.....	17
1.6 Спостереження як основна методологія моніторингу довкілля	23
1.7 Метрологічні вимоги до процедури спостережень	28
1.8 Моніторинг як система оцінки стану довкілля	29
Контрольні питання до розділу	33
Література до розділу.....	34
РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРИ.....	35
2.1 Організація моніторингу якості атмосферного повітря.....	38
2.2 Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря.....	45
2.3 Методи відбору та аналізу атмосферного повітря.....	53
2.4 Обробка та оформлення результатів спостережень	64
2.5 Опосередковані методи дослідження забруднення атмосфери	69
Контрольні питання до розділу	70
Література до розділу.....	71
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ КОМПОНЕНТІВ ГІДРОСФЕРИ	75
3.1 Суб'єкти моніторингу гідросфери.....	77
3.2 Загальна концепція державного моніторингу складових гідросфери	78
3.3 Моніторинг масивів поверхневих вод	81
3.3.1 Формування мережі пунктів моніторингу масивів поверхневих вод.....	86
3.3.2 Складові мережі моніторингу масивів поверхневих вод.....	88
3.3.3 Зміст програми моніторингу масивів поверхневих вод.....	93
3.3.4 Оцінка екологічного стану масиву поверхневих вод.....	94
3.3.5 Оцінка хімічного стану масиву поверхневих вод	101
3.4 Моніторинг морських вод.....	104
3.4.1 Гідробіологічні показники екологічного стану морських водних масивів	108
3.4.2 Фізико-хімічні показники екологічного стану морських водних масивів	110
3.4.3 Гідроморфологічні та акустичні показники екологічного стану морських водних масивів	114
3.5 Оцінка екологічного стану масиву підземних вод.....	115
3.5.1 Формування мережі пунктів моніторингу масивів підземних вод.....	117
3.5.2 Зміст програми моніторингу масивів підземних вод	118

3.6 Огляд окремих показників стану компонентів гідросфери	119
3.7 Обробка результатів хімічного стану водних масивів	126
Контрольні питання до розділу.....	128
Література до розділу	129
РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ.....	132
4.1 Суб'єкти моніторингу земель	133
4.1.1 Держгеокадастр	133
4.1.2 Державна екологічна інспекція.....	134
4.1.3 Держводагентство.....	135
4.1.4 Держгеонадра	136
4.1.5 Державне космічне агентство України	141
4.1.6 Уповноважені органи містобудування та архітектури.....	142
4.2 Моніторинг ґрунтів сільськогосподарського призначення	143
4.2.1 Критерії якісного стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення	147
4.3 Оцінка екологічного та санітарно-гігієнічного стану земель	155
4.3.1 Екологічний стан земель	155
4.3.2 Санітарно-гігієнічний стан земель.....	156
4.4 Обробка та оформлення результатів моніторингу земель	158
4.4.1 Оцінка ризиків для земель в результаті провадження господарської діяльності	159
4.4.2 Еколого-агрохімічна оцінка	160
4.4.3 Оцінка хімічного забруднення ґрунтів	162
Контрольні питання до розділу.....	165
Література до розділу	166
РОЗДІЛ 5. МОНІТОРИНГ БІОРІЗНОМАНІТТЯ	168
5.1 Проблеми моніторингу біорізноманіття в Україні.....	168
5.2 Галузеві програми моніторингу біорізноманіття	169
5.2.1 Програма «Літопис природи»	169
5.2.2 Програма обліку мисливських тварин	172
5.2.3 Моніторинг лісів.....	178
5.2.4 Громадський моніторинг біорізноманіття	183
5.3 Пропонована структура системи моніторингу біорізноманіття в Україні.....	185
Контрольні питання до розділу.....	191
Література до розділу	191

ВСТУП

Моніторинг довкілля є прикладною галуззю екологічної науки. Розпочатий як прості спостереження за погодою, моніторинг протягом останніх 100-150 років перетворився у потужну систему досліджень біосфери. З точки зору наукового пізнання навколишнього світу моніторинг довкілля є унікальним явищем, оскільки охоплює всі складові навколишнього природного середовища та використовує методологію всіх природничих наук. Але незважаючи на тисячоліття спостережень, знання людства про довкілля досі перебуває у фазі накопичення та систематизації інформації. Більшість глобальних процесів у біосфері описано на рівні гіпотез і потребує підтвердження або уточнення. Більш того, незважаючи на широкі технічні можливості, гостро відчувається дефіцит інформації про стан довкілля. Аналіз програм моніторингу окремих складових за останні десятиліття у всіх розвинутих країнах виявив постійний перегляду їх змісту, показників, процедур спостереження та оцінювання. Це пов'язано як з появою розуміння багатьох природних процесів та намаганням більш глибоко зрозуміти їх причини, так і з лавиноподібним накопиченням змін у довкіллі. При цьому такі зміни навколишнього середовища можуть бути наслідком як втрати рівноваги біосфери, так і розвитком самого моніторингу довкілля, що дозволив їх виявити та оцінити. Тому не варто очікувати у представленому посібнику якоїсь сталої системи спостережень, простих алгоритмів дослідження параметрів та компонентів довкілля. Більшість новостворених програм державного моніторингу довкілля в Україні, які датовані періодом 2018-2022 рр., будуть змінені найближчими роками на вимогу виконання міжнародних угод, в міру накопичення інформації про стан довкілля, із-за появи нових методологій та інструментів дослідження. Водночас фундаментальні принципи організації та проведення досліджень довкілля як цілісного явища залишатимуться незмінними.

Запропонований зміст курсу «Моніторинг довкілля» був апробований автором протягом 2012-2022 рр., коли він викладав цю дисципліну студентам-екологам Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Було обрано класичний принцип викладу матеріалу – поділ принципів моніторингу за окремими складовими біосфери. В організації окремих розділів намагалися слідувати сталій структурі: спочатку окреслити загальну організаційну концепцію та принципи моніторингу відповідної складової, визначити виконавчу структуру суб'єктів державного та/або громадського моніторингу, провести аналіз показників та принципів оцінювання стану довкілля, коротко розглянути основні методи спостережень, способи обробки та представлення результатів. У деяких розділах також містяться відомості про опосередковані або спеціальні методи моніторингу окремих складових довкілля. Найскладнішою задачею виявилось викласти на сучасному рівні стан організації моніторингу біологічного різноманіття. Найближчими роками очікуємо значні зміни як на рівні законодавства України, так і на рівні методології проведення таких спостережень.

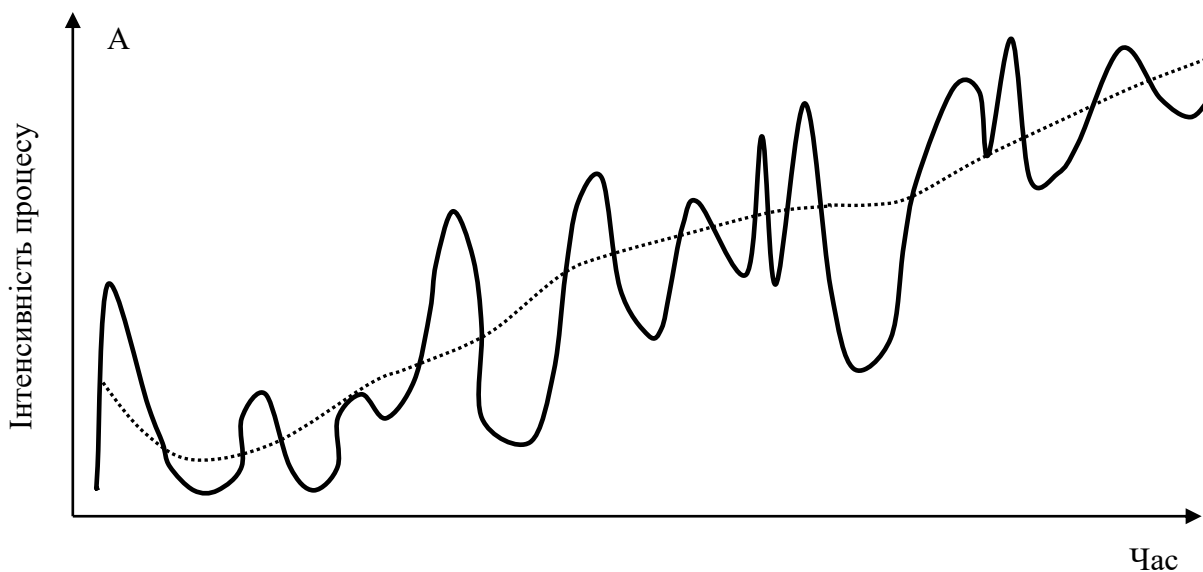
У посібнику навмисно не зупинялися на описі конкретних методів проведення спостережень відповідних показників стану довкілля. Інакше посібник перетворився би на методичну збірку, яка неспроможна охопити все різноманіття методів та засобів, що можуть бути застосовані у дослідженнях довкілля. Водночас в окремих підрозділах намагалися дати узагальнену характеристику принципів проведення окремих вимірів та спостережень (з наведенням посилань на відповідні стандартні методики), що дозволить у майбутньому здобувачам обирати пріоритетні методи для оцінки стану довкілля. Посібник буде оформлено у вигляді електронного підручника з можливістю залишати читачам зауваження. Автор буде вдячний за виявлені недоліки та з вдячністю сприйме всі зауваження та пропозиції, які буде намагатися врахувати при викладанні матеріалу курсу «Моніторинг довкілля».

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

У наш час у жодної людини не виникає сумнівів, що стан довкілля змінюється. І цей, начебто, очевидний факт не потребує доведення, оскільки навіть протягом кількох років звичайне споглядання за кліматичними явищами, змінами сезонів року вказує на явні суттєві відмінності окремих років. Проте, ситуація не завжди була такою. Незважаючи на те, що протягом історії людства були періоди значних кліматичних змін, відбувалися надзвичайні природні явища та стихійні лиха, доведення поступової зміни навколишнього середовища вимагало тривалих спостережень, накопичення даних, їх аналізу та інтерпретації. Наприклад, до 1958 року вважалося, що концентрація CO_2 в атмосферному повітрі є сталою величиною (у всякому випадку в масштабах часу існування людства). Ситуація ускладнилася, коли стало питання пошуку причин змін довкілля, які ми всі спостерігаємо. Перед людством постало питання, якщо довкілля змінюється, то яка в цьому роль людини? І тут з'ясувалося, що інформації, накопиченої протягом сторіч спостережень, є недостатньо. Необхідно було терміново запроваджувати нові системні підходи до спостережень за природою, які повинні охоплювати всі складові біосфери і з одного боку давати узагальнену інтегральну оцінку її стану, водночас маючи здатність відокремлювати ключові зміни та вказувати на фактори, що їх спричинили.

Тому наприкінці 20-го сторіччя сформувалася нова концепція дослідження природи, яка повинна стати всеохоплюючою системою, яка отримала назву «**моніторинг навколишнього середовища, або моніторинг довкілля**».

У широкому розумінні моніторинг – це процес спостереження та реєстрації даних про будь-який об'єкт через певні інтервали часу, протягом яких його параметри (властивості) приймаються як незмінні. Отже, важливим моментом при здійсненні моніторингу є не процедура самих спостережень, а масштаб часу та регулярність їх проведення. При цьому найважливішою складовою є величина (тривалість) таких інтервалів та їх кількість. Уявимо умовний процес, що характеризується на перший погляд випадковими коливаннями (рис. 1.1 А). Проте, ми не знаємо характеру коливань, а наші дані обмежені лише 4-ма спостереженнями, що проведено через рівні проміжки часу (рис. 1.1 Б). Незважаючи на наявність періодичності спостережень, наявна інформація не дозволяє зробити висновок про загальну тенденцію змін, і, на перший погляд, вона характеризується випадковістю коливань. А в цілому намагання провести екстраполяцію дає нам незмінну лінійну тенденцію (рис. 1.1 В).



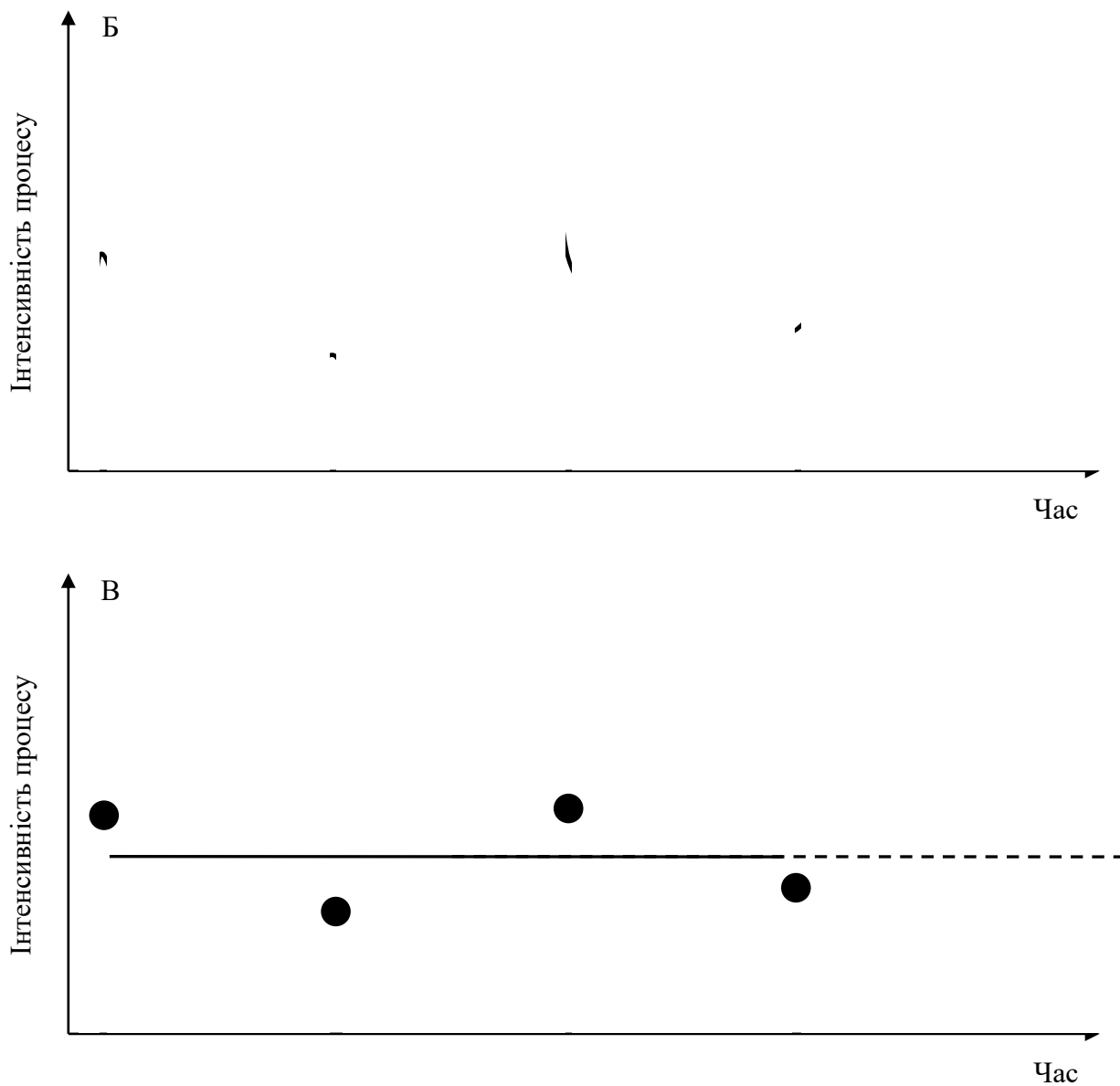


Рис. 1.1 Апроксимація умовного процесу за результатами 4-х періодичних спостережень

Однак, якщо ми оберемо інший діапазон періодичності спостережень та збільшимо число спостережень з 4-х до 6-ти, ми можемо отримати абсолютно інший результат (рис. 1.2).

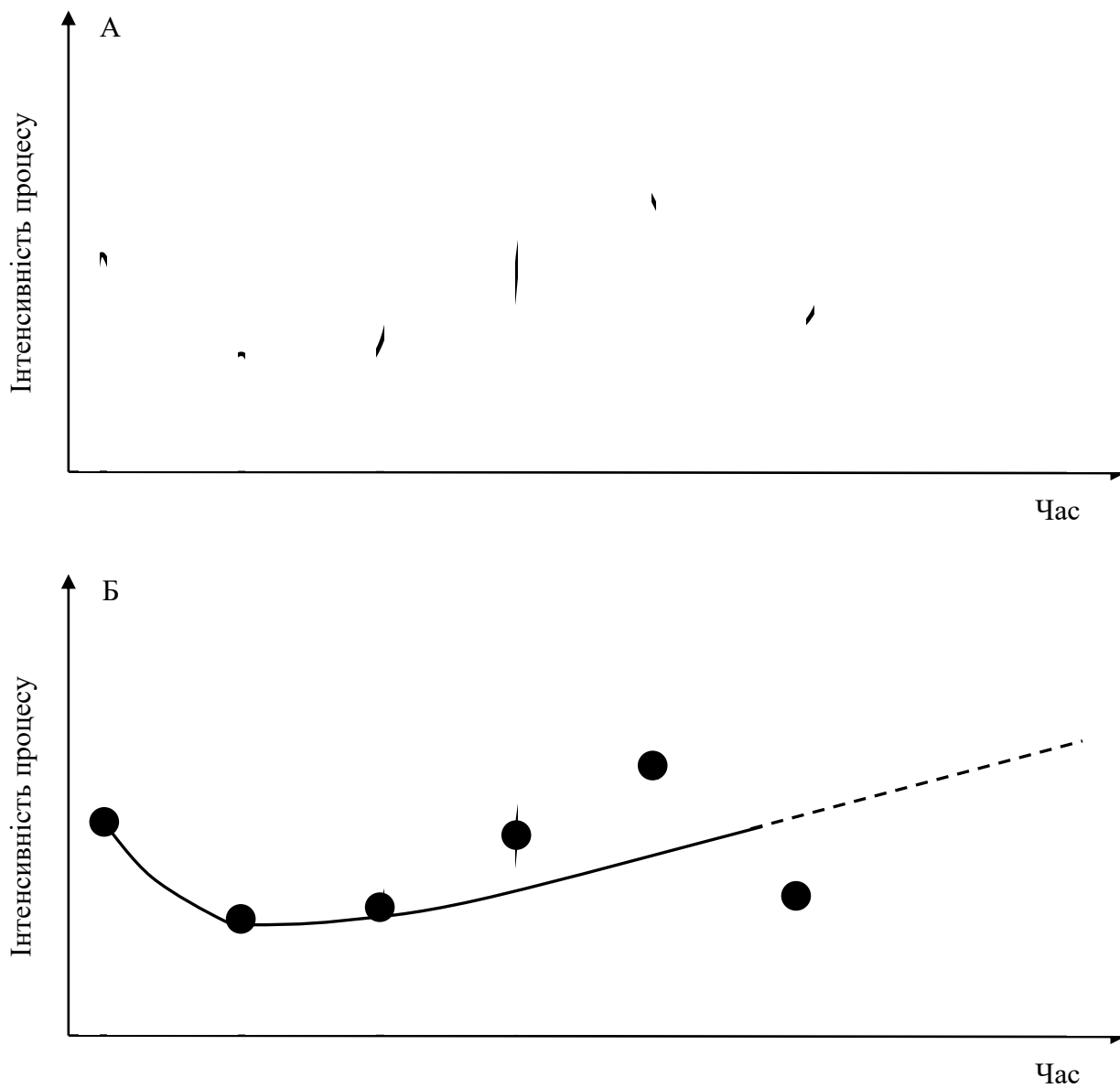


Рис. 1.2 Апроксимація умовного процесу за результатами 6-ти періодичних спостережень

Збільшення числа спостережень через коротші проміжки часу дозволяє отримати більш точну характеристику тенденції процесу (рис. 1.3).

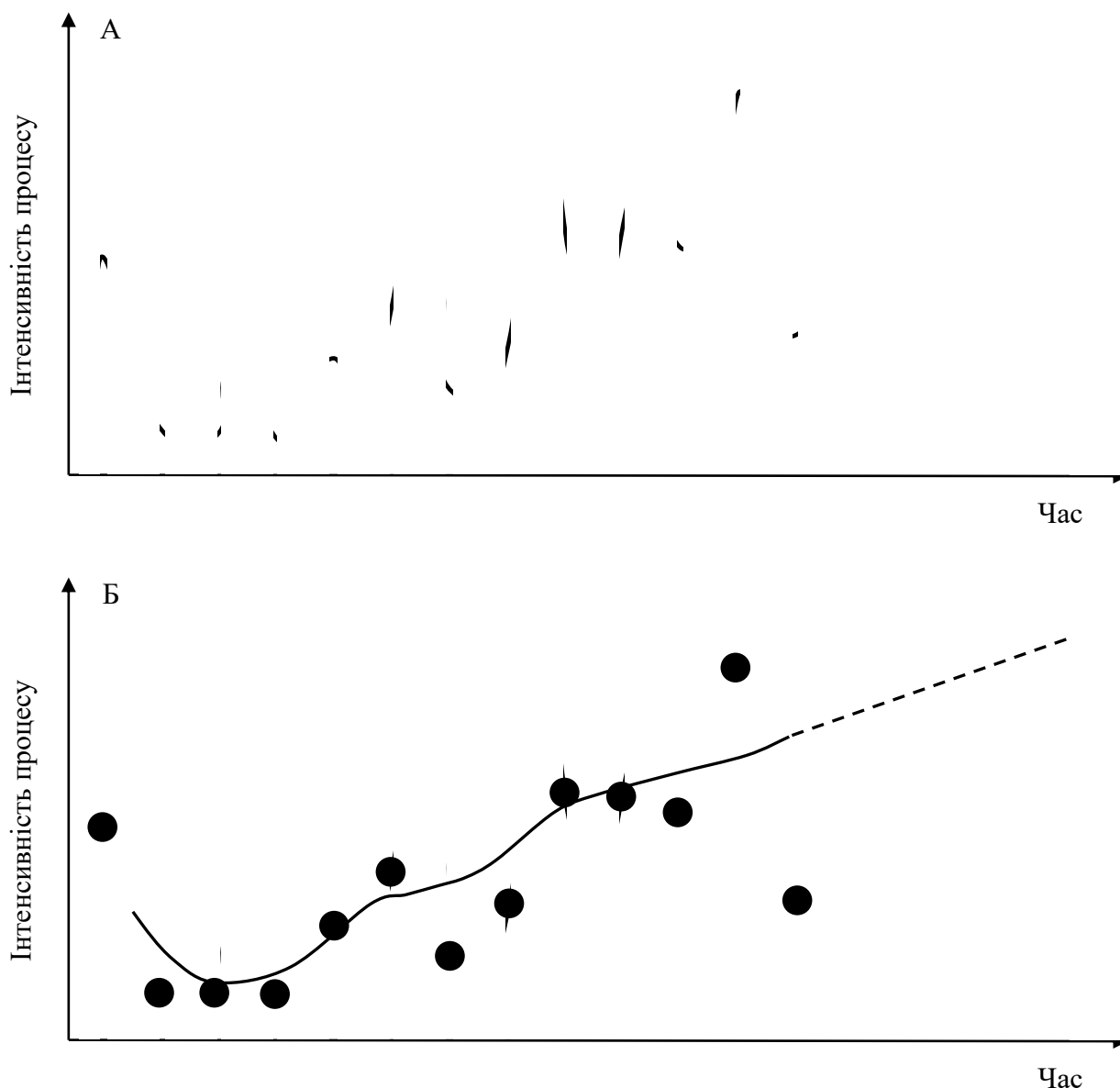


Рис. 1.3 Апроксимація умовного процесу за результатами 13-ти періодичних спостережень

Подальше збільшення частоти спостережень дозволить отримати фактичну реальну характеристику коливань даного процесу, проте суттєво не підвищить точність нашого прогнозу. Таким чином, при виборі числа спостережень та їх періодичності при проведенні будь якого моніторингу, необхідно виходити від оптимального співвідношення кількості таких спостережень та адекватності отриманої моделі. Слід пам'ятати, що надлишкове число спостережень буде стрімко підвищувати трудомісткість моніторингу, його вартість, збільшення обсягу інформації разом з ростом випадкових значень («шуму»), при цьому точність отриманої моделі буде зростати несуттєво.

Прикладом моніторингу складної системи є моніторинг успішності студентів протягом навчання. Традиційно заходи контролю успішності проводяться через визначені проміжки часу. Поточний контроль – на кожному занятті, або через заняття. Проміжний семестровий контроль – два рази за семестр (модульні контрольні роботи). Підсумковий контроль в кінці семестру. Збільшення частоти контролю, наприклад через кожні півпари, призведе до зменшення можливості викласти матеріал навчальної дисципліни (будуть суцільні контрольні). Але зменшення частоти контрольних заходів, наприклад лише у вигляді підсумкового контролю призведе до неможливості викладача врахувати поточну ступінь засвоєння матеріалу студентами, що не дозволить відкоригувати процес викладу

навчальної дисципліни. Подібні принципи використовують для досліджень інших складних систем, в тому числі – моніторингу довкілля.

1.1 Моніторинг довкілля як елемент державного управління

Моніторинг довкілля проводиться не лише державними інституціями. Існують численні приклади інших форм організації моніторингу – наукового, громадського, галузевого або виробничого. Проте лише державні програми за умов постійного бюджетного фінансування спроможні функціонувати протягом багатьох років на постійній основі із застосуванням стандартизованого складного високоточного інструментарію, що є основною запорукою успішності моніторингу довкілля.

Моніторинг довкілля – комплексна система спостережень, оцінки та прогнозування стану навколишнього середовища та окремих його складових. У багатьох нормативних документах, навчальній літературі та наукових публікаціях паралельно з терміном «**моніторинг довкілля**» використовується поняття «**екологічний моніторинг**», особливо коли мова іде про моніторинг стану окремих складових довкілля. Ці два поняття ми будемо вважати тотожними, оскільки існують інші програми спостережень за станом довкілля, які за своєю сутністю не можуть вважатися екологічними. Наприклад, паралельно з екологічним моніторингом атмосфери функціонує система гідрометеорологічних спостережень, а в них як окрема складова – агрометеорологічні спостереження, які мають інші завдання, та, відповідно, відрізняються за змістом програм, показників, критеріїв та методів дослідження. Хоча при цьому частково використовується наявна мережа спостережень Українського гідрометеорологічного центру. Подібна ситуація відбувається з моніторингом водних екосистем, на яких паралельно здійснюється моніторинг гідрологічної ситуації на водоймах та моніторинг їх екологічного стану. При цьому мережа гідрологічних пунктів спостережень є значно ширшою, ніж мережа пунктів системи державного моніторингу екологічного стану масивів поверхневих вод. Хоча вони значною мірою перетинаються, їх програми спостережень значно відрізняються.

Мета моніторингу довкілля – створення **інформаційної системи**, що дозволяє отримувати достовірні відомості про стан довкілля та зміни окремих складових під дією природних та антропогенних факторів для забезпечення управління природоохоронної діяльності та екологічної безпеки.

Отже, моніторинг це не просто збирання даних про стан навколишнього середовища або його окремих складових. Самі по собі набори даних є нікими і мають низьку цінність. Основна мета моніторингу довкілля є оцінка поточного стану та, головне, його прогнозування. На підставі таких прогнозів повинні формуватися варіанти обґрунтованих рішень управлінського характеру, які дозволять проводити не лише пасивне споглядання за станом довкілля, а й, головне, – здійснювати контроль за станом довкілля шляхом запровадження відповідних заходів.

Об'єкт моніторингу довкілля – навколишнє середовище в цілому та його компоненти (атмосфера, гідросфера, геологічне середовище, ґрунти, біотичні компоненти).

Особливість законодавства України полягає в тому, що незважаючи на те, що у ст.50 Конституції України вперше вживається термін «довкілля», жоден нормативно-правовий акт не містить чіткого визначення. У багатьох документах одночасно вживаються терміни «навколишнє середовище» та «довкілля», проте співвідношення між ними не встановлено. Тому для формулювання визначення звернемося до ст. 5 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», яка присвячена визначенню об'єктів правової охорони навколишнього природного середовища.

Довкілля – навколишнє природне середовище як сукупність природних і природно-соціальних умов та процесів, природні ресурси, як залучені до господарського обігу, так і невикористовувані в економіці в даний період (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс та інша рослинність, тваринний світ), ландшафти та інші природні комплекси.

Зрозуміло, що не може існувати єдиного методу, який би дозволив охарактеризувати стан довкілля в цілому. Тому на практиці моніторинг довкілля проводять за основними складовими біосфери. При цьому застосовують різноманітні методи як збору даних, так і їх аналізу та оцінки, що є специфічними для окремих компонентів. Водночас усі методи моніторингу повинні застосовувати однакову методологічну базу. Оскільки моніторинг довкілля досліджує невідомі явища (бо ніхто не знає, що буде завтра), то за своєю концептуальною сутністю він відноситься до однієї з форм **науково-пізнавальної діяльності** – історичного процесу отримання достовірних знань про навколишній світ, істинність яких перевіряється та доводиться практикою. Тому моніторинг довкілля проводиться із застосуванням таких універсальних методологічних підходів:

– **загальнонаукові методи** – аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, перехід від конкретного до абстрактного, аналогія, моделювання;

– **методи оцінки** властивостей довкілля – використання математичної обробки інформації, методи формальної логіки;

– **методи спостережень** за довкіллям – контактні, дистанційні.

Незважаючи на об'єкт моніторингу довкілля, основні його складові методології його дослідження є спільними і складаються з таких етапів.

Основні етапи моніторингу (завдання):

1) **Спостереження** – визначення, вимірювання та реєстрація окремих параметрів та показників компонентів довкілля. Включає збір первинної інформації, її накопичення, систематизацію, формування баз даних. На цьому етапі відбувається не просто механічний збір даних. Первинна інформація піддається обробці шляхом визначення найменших, найбільших та середніх величин, що використовуються при подальшій обробці на наступних етапах. Враховуючи значні масиви інформації та її надлишковість на цьому етапі відбувається її скорочення з дотриманням вимоги недопуску зменшення її показовості.

2) **Аналіз** – порівняння отриманих величин окремих параметрів та показників з нормативними, середніми або фоновими значеннями. Також на цьому етапі відбувається візуалізація даних у вигляді таблиць, графіків, карт.

3) **Оцінка** – визначення якісного стану окремих складових довкілля за результатами аналізу параметрів. Для цього використовують різні критерії оцінки з метою переведення кількісних величин у вербальну форму, яку можна звести до двох крайніх форм – «добре» чи «погано». За відсутності чітких критеріїв оцінки основним методом є застосування експертної думки фахівців.

4) **Прогнозування** – визначення тренду у часі та (або) просторі змін окремих параметрів та (або) загального стану довкілля. Якість прогнозу значно залежить від якості отриманих даних, повноти охоплення основних складових довкілля та методу математичного моделювання прогнозу.

5) **Науково-інформаційна підтримка** прийняття управлінських рішень – вибір засобів та заходів по контролю за станом довкілля. Моніторинг довкілля повинен не просто констатувати факт змін параметрів довкілля або передбачати їх у майбутньому. На підставі прогностичних моделей повинні формуватися варіанти заходів, які можуть обрати управлінці для забезпечення сталого існування довкілля. Також моніторинг довкілля повинен давати прогноз окремих параметрів та/або загального стану довкілля за умов реалізації тих чи інших обраних заходів.

Для забезпечення системності моніторинг довкілля повинен здійснюватися з дотриманням загальних принципів:

1. **Комплексність** – повнота, системність, взаємопов'язаність всіх аспектів моніторингу, перехід від часткового до загального (індуктивне пізнання складних систем).

2. **Систематичність** – регулярність, повторюваність через певні проміжки часу спостережень, аналізу та оцінки.

3. **Уніфікованість** – стандартизація методів та підходів до спостережень, аналізу, оцінок та прогнозів шляхом приведення їх до однотипності та встановлення раціонального та адекватного числа їх різновидів.

4. **Об'єктивність** – характеристика компонентів довкілля, оцінка та результати аналізу повинні бути максимально незалежними від суб'єкту моніторингу.

1.2 Історія розвитку моніторингу довкілля

Людина з давніх часів спостерігала і накопичувала знання про зміну довкілля. Перші спостереження, які набули системного характеру, це спостереження за космічними явищами: зміна дня і ночі, зміна сезонів року, зміна положення яскравих небесних об'єктів. Фактично існуюча система часу є результатом першої системи моніторингу довкілля. Причому вражає давність такої системи, яка сягає у давнину не менше 6 тис. років. Зокрема дванадцяткова система числення часу (як вже було показано вище, час – є найважливішою складовою моніторингу) була сформована ще шумерами. Число 12 є найбільш зручним для системи числення, бо воно ділиться на 2, 3, 4 та 6, у той же час як число 10 — основа десяткової системи числення (це Єгипетська система числення) — ділиться лише на 2 та 5.

Тривалий час інформація про довкілля людина зберігала у словесній (вербальній) формі, яка є незручною для накопичення, систематизації та обробки. Відсутність точних методів вимірювання параметрів довкілля не дозволяла отримати значний обсяг інформації або провести будь які прогнози. Поява інструментальних методів вимірювання розпочалася з конструювання перших приладів для метеорологічних спостережень (погода завжди була визначальним фактором існування людини). Мабуть першим приладом став термометр, який був сконструйований італійцем Галілео Галілеєм у 1597 р. Але звичний для нас термометр був запропонований лише у 1654 р. (ким саме, достеменно невідомо). Проте тривалий час була відсутня зручна уніфікована температурна шкала. Вперше точний термометр з ртутним наповненням та стандартною шкалою запропонував у 1724 році Даніель Фаренгейт (майже через 130 років після відкриття термометра!). Ця ілюстрація демонструє наскільки важким був шлях не лише конструювання зручних інструментів для вимірювання, а й їх уніфікація. З середини 17-го сторіччя швидко збільшувався перелік приладів, якими можна було точно охарактеризувати параметри довкілля: барометр (італієць Еванджеліст Торричеллі, 1644 р.), гігрометр (Йоганн Ламберт, 1755 р.), анемометр (Леон Альберта, 1450). Тоді ж, у першій половині 17 ст. почалися систематичні спостереження за погодою. Герцог Тосканський Леопольдо Медичи доручив створеній ним Академії дель Чименто (Флоренція) організувати збір інформації про метеоумови на території Європи з 1654 р. Існувало дев'ять метеостанцій (в основному в Італії, але найближча до нас знаходилася у Варшаві).

Історично, *екологічний моніторинг* відмежувався від *екологічного контролю* стану довкілля порівняно нещодавно і тривалий час ці два поняття ототожнювалися. **Екологічний контроль** – це діяльність відповідних суб'єктів, спрямована на забезпечення додержання вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища державними органами, підприємствами, установами, організаціями, громадянами.

Під час Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (червень 1972 р.) було запропоновано відокремити системи управління та контролю за станом довкілля та зробити незалежним видом діяльності спостереження за параметрами складових довкілля. Було прийнято Програму ООН з навколишнього середовища (UNEP), затверджену резолюцією 15 грудня 1972 р. У межах цього документа було розроблено концепцію та програму моніторингу й оцінки стану довкілля.

Вважається, що поняття «моніторинг довкілля» було запропоновано канадським дослідником Р. Манном напередодні Стокгольмської конференції ООН [1]. Він запропонував називати моніторингом "систему повторних спостережень за одним або

більше елементами навколишньої природи в просторі та часі з певними цілями та за попередньо заданою програмою". Проте, ще у 1968 р. на Паризькій конференції ЮНЕСКО при затвердженні програми «Людина та біосфера» (Man and Biosphere – **МАН**), до неї було включено рекомендації щодо розробки міжнародної програми виявлення та попередження антропогенних змін у довкіллі, які можуть мати шкідливі наслідки для існування людини та біосфери.

Перший етап організації спостережень за забрудненням компонентів навколишнього середовища у СРСР було розпочато одразу у 1972 р. Тоді спеціальною постановою ЦК КПРС та Ради Міністрів СРСР було організовано *Загальнодержавну службу спостережень та контролю за забрудненням об'єктів природного середовища* (ОГСНК). Організацію та забезпечення служби було покладено на Держкомгідромет СРСР. Крім того, до неї підключили кілька міністерств та відомств, які вже мали розгалужену мережу постійних постів спостережень.

Результатом того, що екологічний моніторинг започатковано "з гори" з політичних міркувань, стали численні недоліки в загальній організації та провадженні цієї діяльності в Україні та Світі взагалі. Зокрема не було чітко зрозумілим, що саме необхідно досліджувати і з якою метою. В результаті згодом було сформовано два окремих напрямки моніторингу довкілля: 1) *визначення будь-яких змін стану довкілля, їх оцінка та прогнозування* (західна концепція розвитку, Р. Манн, 1981); 2) *визначення зміни довкілля лише під дією антропогенної діяльності* – переважно у формі забруднення (Радянський Союз, Ю.А.Израэль, 1974) [2]. Як тепер стало зрозумілим, неможливо відокремити природні та антропогенні зміни довкілля через глобальний вплив людини на біосферу і в цілому «західна» система моніторингу довкілля стала загальноновизнаною.

Іншою проблемою системи моніторингу довкілля в Україні, як частини радянської системи, стала наявність значної кількості відомств, діяльність яких тривалий час дублювалася. Це пов'язано з тим, що моніторингові дослідження історично окремо розвивалися за військовим напрямом, гідрометеорологічним напрямом, медичним та сільськогосподарським. Лише у 2018-2019 рр. система державного моніторингу довкілля почала позбуватися таких недоліків.

1.3 Види моніторингу довкілля

Як було показано вище, неможливо охопити спостереженнями все довкілля, всю біосферу в цілому. Тому моніторинг довкілля для оптимізації зусиль організовано за ієрархічною системою. Спочатку розглянемо концептуально-наукову ієрархію видів моніторингу, яка обговорюється у наукових дослідженнях. Ця система не відображена у нормативно-правових актах України, проте при плануванні програм моніторингу її необхідно враховувати, інакше більша частина отриманої інформації буде низької якості, а прогностична потужність такого моніторингу буде низькою. За D. Lindenmayer та G. Likens (2010) моніторинг довкілля поділяється на три великі групи [3]:

1. Пасивний моніторинг – це моніторинг, позбавлений конкретних питань або основи наукового дизайну і в якого відсутня чітка мета, окрім цікавості. Еволюційно, це перший етап розвитку моніторингу. Прикладом може бути наукові або аматорські дослідження окремих, часто унікальних, екосистем, популяцій певних видів організмів.

2. Мандатний моніторинг – збір екологічних даних на вимогу національного законодавства чи міжнародних природоохоронних директив. Цей тип моніторингу, як правило, базується на жорстких протоколах проведення спостережень. При цьому мандатний моніторинг завдяки неможливості адаптації до локальних особливостей довкілля часто не дозволяє зрозуміти процеси, які реально відбуваються у довкіллі. Він швидше направлений на визначення загальних глобальних трендів. Прикладом мандатного моніторингу є державні або міжнародні програми спостережень за станом атмосфери або гідросфери.

3. Проблемно-орієнтований моніторинг – це моніторинг, який базується на концептуальній моделі та відрізняється ретельним дизайном дослідження. Він використовує прогнози, отримані завдяки проведенню пасивного або мандатного моніторингу. Застосування концептуальної моделі, як правило, приводить до більш точних прогнозів, які потім повинні перевірятися в ході реалізації майбутніх програм моніторингу. Подібний підхід дозволяє ставити нові запитання, що є основою так званої системи адаптивного моніторингу, в якій програма спостережень має можливість ітераційно розвиватися, наближаючи дослідника до все глибшого розуміння процесів у досліджуваних екосистемах. Проте, проблемно-орієнтований моніторинг є вужчим за охопленням компонентів довкілля та природних явищ і може не дозволити виявити інші проблеми довкілля. Наприклад, дослідження стану популяцій окремих пріоритетних або модельних видів або екосистем.

За масштабами охоплення складових біосфери моніторинг довкілля поділяється на такі ієрархічні рівні:

1. Імпактний. Спостереження за локальними та регіональними пріоритетними антропогенними чинниками впливу на навколишнє середовище. Найчастіше обмежується зоною потенційного впливу особливо небезпечного об'єкту на особливу охоронну територію (унікальні природні об'єкти в зоні впливу АЕС, хімічних підприємств, гірничих розробок). Крім того, до імпактного моніторингу слід віднести кризовий (аварійний) моніторинг, який проводять в районі впливу техногенної аварії або зоні природного лиха.

2. Локальний. Спостереження наслідків функціонування окремих об'єктів (підприємств, міст, ландшафтів). Наприклад, спостереження за викидами підприємства безпосередньо в зоні його впливу або екосистемами природно-заповідної території:

Площа охоплення: 10^1 - 10^2 км².

Періодичність: дні – місяці.

Відстань між пунктами спостереження: 0,01-10 км.

Частота спостережень: хвилини-години.

Кількість компонентів: 3-30.

Оперативність: у реальному часі.

3. Регіональний – спостереження за процесами та явищами у довкіллі у межах адміністративної території, економічного регіону або природної зони.

Площа охоплення: 10^3 - 10^6 км².

Періодичність: роки.

Відстань між пунктами спостереження: 10-500 км.

Частота спостережень: роки.

Кількість компонентів: 100-200.

Оперативність: раз у 1-3 місяці.

4. Глобальний (фоновий) – глобальні та регіональні спостереження за станом екосистем, що відбуваються без прямого впливу антропогенних факторів. Спостереження проводяться у віддалених від локальних джерел впливу районах – фонових станціях. Найчастіше такими станціями є біосферні заповідники. В Україні до таких станцій входять 4 біосферних заповідники та 1 національний природний парк:

Асканія-Нова – 33308 га.

Чорноморський біосферний – 100809 га.

Карпатський біосферний – 57880 га.

Дунайський біосферний – 46403 га.

Шацький НПП – 48977 га.

Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник - 226964,7 га.

Всього у світі мережа фонових станцій складає понад 530 і охоплює територію 105 країн світу.

Площа охоплення: 10^7 - 10^8 км².

Відстань між пунктами спостереження: 1000-3000 км.

Періодичність: десятиріччя, сторіччя

Частота спостережень: кілька разів на рік – раз на кілька років.

Кількість компонентів: 300-500.

Оперативність: раз на кілька років.

У зв'язку з використанням різних методів та інструментів дослідження моніторинг довкілля поділяється на:

Моніторинг факторів впливу – спостереження за фізико-хімічними параметрами довкілля та їх впливом на біосистеми. Дозволяє оцінювати кількісні параметри окремих складових довкілля. Основною метою такого моніторингу є спостереження за забруднювачами довкілля та іншими негативними чинниками.

Біологічний моніторинг – визначення якості довкілля за допомогою живих організмів (біомоніторинг, біоіндикація, біотестування). Цей тип моніторингу дозволяє оцінювати загальний стан довкілля або його компонентів.

Санітарно-гігієнічний, епідеміологічний, генетичний – вплив факторів навколишнього середовища на здоров'я та життєдіяльність людини. На даний момент ці види моніторингу не відносяться власне до моніторингу довкілля. Проте санітарно-гігієнічні критерії якості довкілля продовжують використовуватися для оцінки.

У зв'язку зі складністю організації біосфери як глобальної планетарної екосистеми, моніторинг довкілля традиційно поділяється за сферами дослідження, оскільки різні природничі науки сформувавши свої підходи до дослідження своїх об'єктів.

Моніторинг атмосфери.

Моніторинг складових гідросфери.

Моніторинг наземних екосистем (з гідрологічним моніторингом водних об'єктів).

Моніторинг земель (окремо – ґрунтового покриву).

Моніторинг біологічного різноманіття (включаючи рідкісні види).

1.4 Нормативно-правова організація моніторингу довкілля в Україні

Нормативно-правовим підґрунтям для створення та функціонування моніторингу довкілля в Україні є розвинута законодавча база, яка своїми традиціями виходить з радянської системи організації державного моніторингу навколишнього природного середовища. Тому, незважаючи на формування нової законодавчої бази організації моніторингу довкілля, яка інтегрує його з міжнародними програмами, в багатьох нормативних документах прослідковуються архаїчні ознаки.

Основним нормативним документом, який дає підстави до запровадження системи моніторингу на державному рівні, є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.1991 р. (цікаво, що це один з перших законів України, який було прийнято ще до 24.08.1991 р.).

Розділ V. Спостереження, прогнозування, облік та інформування в галузі навколишнього природного середовища

Стаття 22. Моніторинг навколишнього природного середовища .

З метою забезпечення збору, обробки, збереження та аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень в Україні **створюється система державного моніторингу навколишнього природного середовища.**

Спостереження за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення здійснюється **центральною органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, іншими спеціально уповноваженими державними органами, а також підприємствами, установами та організаціями, діяльність яких призводить або може призвести до**

погіршення стану навколишнього природного середовища. До компетенції центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, відноситься організація державного моніторингу навколишнього природного середовища, створення і забезпечення роботи мережі загальнодержавної екологічної автоматизованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення доступу до екологічної інформації. На даний момент таким центральним органом виконавчої влади є **Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України**.

Аналіз змісту даної статті Закону вказує, що, наряду з загальним станом довкілля, пріоритетне місце у організації моніторингу займає спостереження за забрудненням. Станом на 2022 р. в організації системи державного моніторингу почався поступовий відхід від методології моніторингу факторів впливу, тобто – забруднення. Порядок здійснення державного моніторингу навколишнього природного середовища визначається Кабінетом Міністрів України.

На виконання Закону Кабінет Міністрів України у 1998 р. затвердив «Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища» (Постанова КМУ від 30.03.1998 р. №391), яким визначив створення державної системи моніторингу довкілля [4].

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.

Мета державної системи моніторингу довкілля – захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям в масштабах держави. Можна бачити, що державна система має антропоцентричне спрямування. Водночас низка нових нормативно-правових актів, які регламентують моніторинг довкілля за окремими галузями, задекларували пріоритетною задачею збереження навколишнього природного середовища (див. розділи «Екологічний моніторинг атмосфери» та «Екологічний моніторинг компонентів гідросфери»).

Система моніторингу є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн. Процес узгодження державної системи з міжнародними програмами моніторингу розпочався із значним запізненням – лише у 2018-2019 рр. і станом на 2022 р. продовжується.

Зокрема, на виконання Угоди про асоціацію з ЄС [5], Україна розробила низку програм моніторингу окремих складових довкілля, що кардинально змінило старі радянські підходи до організації, критеріїв оцінювання та методології моніторингу довкілля:

- Порядок здійснення державного моніторингу вод (Постанова КМУ від 19 вересня 2018 р. № 758) [6].

- Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря (Постанова КМУ від 14 серпня 2019 р. № 827) [7].

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. Таким чином, система використовує існуючу структуру мереж спостереження, закладену ще з 1972 року, а за своєю концептуально-науковою сутністю відноситься до мандатного моніторингу зі всіма його перевагами та недоліками.

Структура системи державного моніторингу довкілля

Центральним органом виконавчої влади, що здійснює інтеграцію діяльності всіх суб'єктів державної системи моніторингу довкілля, є **Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України**. Така інтеграція відбувається шляхом погодження з Міндовкіллям розроблених ними проектів нормативно-правових актів, нормативних документів з питань проведення моніторингу довкілля. Також Міндовкілля забезпечує методологічне об'єднання складових частин і компонентів системи моніторингу та здійснює узагальнення, оперативне управління та оприлюднення екологічної інформації про стан довкілля.

До 2018-2019 рр. в Україні була надзвичайно розгалужена структура державної системи моніторингу довкілля, зі складними взаємовідносинами, підпорядкуванням та численним дублюванням функцій. **Суб'єктам державної системи моніторингу** є виключно центральні органи виконавчої влади та їх структурні підрозділи за відповідними сферами діяльності. Фінансування діяльності суб'єктів державної системи моніторингу у сфері її створення і функціонування здійснюється відповідно до порядку фінансування природоохоронних заходів за рахунок коштів, передбачених у державному та місцевих бюджетах. Також суб'єкти державного моніторингу довкілля обмінюються інформацією, що зберігається в системі моніторингу, на безоплатній основі.

Водночас згідно статті 22 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» спостереження за станом довкілля також здійснюють підприємства, установи та організації, діяльність яких впливає на стан навколишнього природного середовища. При цьому, вони не відносяться до суб'єктів державної системи моніторингу, оскільки не можуть претендувати на фінансування такої діяльності з державного/місцевого бюджету. Спостереження за станом довкілля вони проводять за власні кошти. Також доступ до інформації системи державного моніторингу їм надається за плату, якщо інше не передбачено законодавством України або нормативними актами/укладеними двосторонніми угодами про безкоштовні взаємовідносини постачальників і споживачів інформації.

1.5 Моніторинг довкілля як інформаційна система

Незважаючи на широко окреслені задачі моніторингу довкілля, центральним моментом його реалізації є отримання адекватної інформації про реальний стан довкілля. Якість отриманої інформації буде визначати всі наступні етапи здійснення моніторингу довкілля. Тому процедурі збору даних приділяється особлива увага. Збір інформації повинен спиратися на **принципи системного підходу** – дослідженні об'єкта як цілісної множини елементів, що є взаємозалежними та взаємообумовленими. З точки зору системного підходу для опису системи використовують такі поняття, що широко використовуються у термінологічному апараті сучасної екології:

Система — сукупність елементів і зв'язків між ними.

Структура — спосіб взаємодії компонентів системи за допомогою певних зв'язків (картина зв'язків і їх стабільностей).

Процес — динамічна зміна параметрів системи в часі або просторі.

Функція — робота елемента в системі, його вплив на інші компоненти та зв'язки між ними.

Стан — положення системи відносно інших її положень.

Формування системи моніторингу повинно відбуватися за чітко визначеним алгоритмом (рис. 1.4). За своїми принципами цей алгоритм відповідає організації будь-якого дослідження у природничих науках. Першим етапом формування системи моніторингу повинна бути розробка первинної програми. Цей етап повинен передувати будь-яким практичним діям. Звичайно при цьому необхідно спиратися на вже наявну

інформацію про властивості об'єкту моніторингу, враховувати існуючі практики та можливості проведення досліджень.

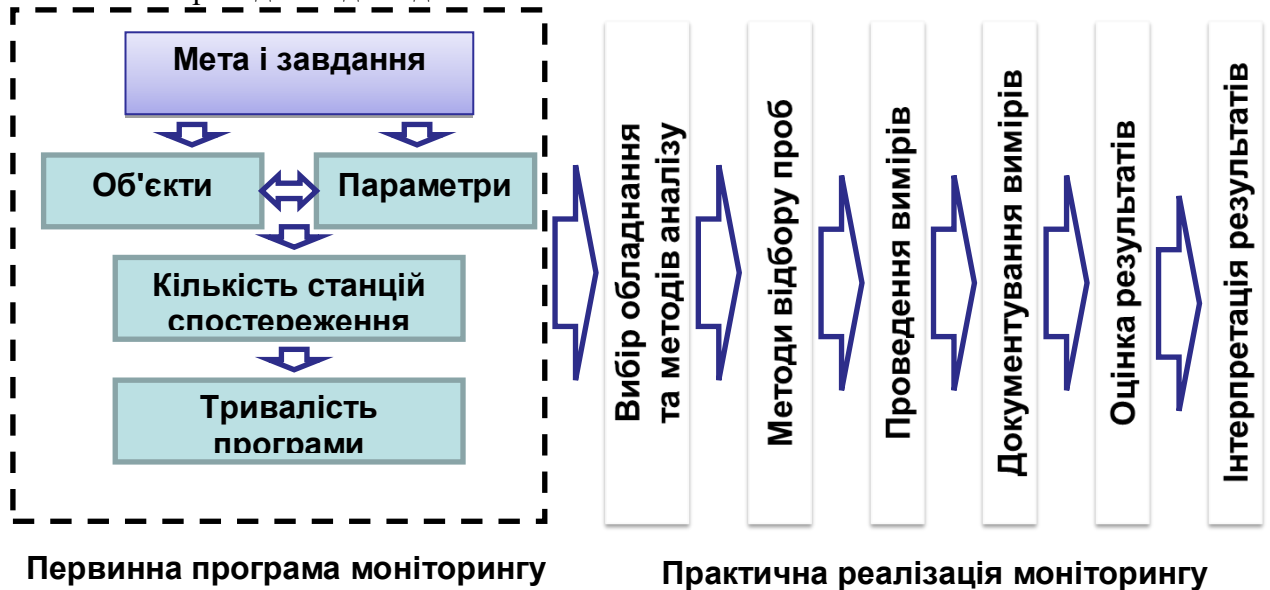


Рис. 1.4 Загальний алгоритм організації моніторингу довкілля

1. Мета та завдання

Мета повинна бути конкретною та досяжною. Не повинно бути моніторингу заради моніторингу. Основна мета моніторингу довкілля – отримання адекватної інформації про реальний стан довкілля або його компоненту. Така інформація повинна:

- розкривати (виявляти) конкретні проблеми
- бути підґрунтям для прийняття управлінських рішень.

2. Параметри та об'єкти

Необхідно обирати пріоритетні об'єкти моніторингу, найпоказовіші або найчутливіші маркерні параметри. Бажання поміряти «все і вся» є вірним шляхом, щоб в результаті не отримати нічого. Навіть якщо в наявності є ресурси для проведення широких досліджень, є значний ризик серед надлишку інформації не побачити маркерні показники, що характеризують реальний стан об'єкту.

Наприклад, якщо на меті є моніторинг стану екосистеми річки, то можливо буде достатнім обмежитися лише спостереженнями за джерелами забруднення, а не розпорошуватися на всю довжину русла. При цьому не варто намагатися виміряти концентрацію всіх хімічних елементів періодичної системи у воді, а зосередити увагу на маркерах стану екосистеми. Приклад таких маркерів для водної екосистеми наведено у таблиці 1.1 в залежності від джерела її забруднення.

Таблиця 1.1 Орієнтовний перелік маркерних параметрів екологічного стану річкової гідроекосистеми. Напівжирним шрифтом виділено пріоритетні показники

Об'єкт	Маркерні параметри
Сільське господарство (колекторно-дренажні води)	колі-титр, БСК ₅ , розчинений кисень , завішені речовини, мутність , кольорність , pH , мінералізація , жорсткість, сульфати, хлориди, амоній , нітрати, нітроти, фосфати, сума органічних сполук за ХСК, важкі метали
Сільське господарство (тваринництво)	температура , колі-титр, БСК ₅ , розчинений кисень , завішені речовини, мутність , кольорність , pH , мінералізація , хлориди, форми азоту (амоній), заг. фосфор, сума органічних сполук за ХСК
Комунальне	температура , колі-титр, БСК ₅ , розчинений кисень , завішені

господарство	речовини, мутність, кольорність, рН, мінералізація, хлориди, амоній, заг. фосфор та поліфосфати, сума органічних сполук за ХСК
Транспортні підприємства та транспорт	завішені речовини, розчинений кисень, мутність, рН, мінералізація, жорсткість, нафтопродукти, сума органічних сполук за ХСК, важкі метали
Підприємства целюлозно-паперової промисловості	рН, мінералізація, сума органічних сполук за ХСК, хлорорганічні сполуки, феноли, лігніни
Гальванічне виробництво	рН, мінералізація, важкі метали, нафтопродукти

Для цього до проведення будь яких вимірювань, на першому етапі, необхідно проаналізувати наявну інформацію про властивості об'єкта, ситуацію у найближчому минулому та маркери основних її станів. Крім того, слід пам'ятати, що в Україні існує широка мережа спостережень за параметрами довкілля різних державних установ. Відповідно до Закону України «Про доступ до публічної інформації» будь яка фізична особа має право отримати екологічну інформацію (у тому числі щодо забруднення довкілля). Це дозволить визначити перелік таких параметрів, інформація за якими вже є наявною і з якою є можливість здійснювати порівняння результатів власних досліджень.

3. Кількість станцій спостереження

Кількість та розташування станцій повинно бути раціональним і розкривати можливі процеси, за якими спостерігають. Особливо уважно необхідно розташовувати контрольні станції. Якщо забруднення має векторний характер, то станції спостереження необхідно розташовувати вздовж цього вектору. При формуванні мережі станцій слід пам'ятати, що локальний вплив може давати значні аномалії, які у великих масштабах дослідження можуть бути невідчутними.

4. Тривалість програми моніторингу

Звичайно, чим меншими є періоди між окремими спостереженнями та чим більшою є тривалість моніторингу, тим більш наближеним до реальності буде результат. Тривалість програми моніторингу повинна бути більшою, ніж цикл основних природних явищ. Наприклад, моніторинг лісової екосистеми повинен охоплювати основні фенологічні періоди. При цьому у міжсезоння, коли зміни екосистеми є дуже динамічними, може знадобитися більша частота досліджень. У будь якому випадку проміжки між окремими спостереженнями повинні бути суттєво меншими, ніж величина часових флуктуацій явища, що вивчають. З іншого боку, занадто тривалі спостереження можуть вимагати значних витрат, але нової інформації не давати.

5. Вибір обладнання та методів дослідження

Вибір методів та обладнання залежить не лише від властивостей об'єкту та його маркерних параметрів. Значною мірою він повинен визначатися метою здійснення моніторингу та наявними ресурсами. Наприклад, для встановлення факту забруднення річкової екосистеми не завжди є необхідним проведення точних вимірювань концентрації певних сполук або хімічних елементів. Є велика кількість опосередкованих показників, яких достатньо для підтвердження такого факту. Якщо задачею є кількісний вимір інтенсивності забруднення або його наслідків, то слід пам'ятати, що всі методики повинні бути стандартизованими, а обладнання – включеним до Реєстру затверджених типів засобів вимірювальної техніки (<http://legalzvt.kiev.ua/search>) і проходити перевірку не рідше одного разу на рік. У багатьох випадках вимірювання будуть мати юридичну силу лише при залученні ліцензованих установ для здійснення відповідних видів економічної діяльності (наприклад, інструментальне вимірювання хімічного складу викидів до атмосфери).

6. Відбір зразків

Незважаючи на свою простоту, цей етап є визначальним в успішності реалізації всієї програми моніторингу. Всі помилки, яких припустилися під час відбору проб, зведуть до нуля інформативність результатів. Тому відбір проб компонентів докільля, особливо при подальшій передачі до спеціалізованих лабораторій, слід проводити лише із залученням фахівців. Дуже важливим при цьому є правильне документування проби, оскільки лише в цьому разі вона буде мати юридичну вагу.

7. Лабораторний аналіз

Як і у випадку відбору зразків, всі помилки, допущені під час вимірювань, створюють ризик отримати результати, які неможливо буде в подальшому інтерпретувати. Тому використане обладнання повинно не лише відповідати стандартизованим методам вимірювання, а й знаходитися у робочому стані. При цьому умови вимірювання (наприклад, температура повітря) повинні відповідати робочому діапазону приладів.

8. Документування результатів виміру

Результати вимірювань – так звані «первинні результати» – повинні бути правильно задокументованими. У випадку використання інформації як юридичного аргументу, можливо залучення лабораторних журналів, які повинні відображувати всі проміжні етапи вимірювань (пробопідготовку, аналітичні характеристики обладнання, умови аналізу, похибки). Лабораторні журнали повинні зберігатися протягом всього існування програми моніторингу або функціонування лабораторії.

9. Аналіз результатів виміру

Самі по собі отримані значення параметрів докільля нічого не кажуть. Вони не є самодостатніми і тому потребують порівняння з відповідними критеріями. Такими критеріями можуть виступати нормативні, середні або фонові значення. Перевищення нормативних величин значно полегшує подальшу інтерпретацію результатів. Проте частою помилкою при аналізі результатів є невірне використання величин для порівняння. Наприклад, для оцінки забруднення води у водоймі використовують нормативи для питної води, або забруднення ґрунтів у населених пунктах порівнюють з нормативами для орних ґрунтів.

Іншим шляхом аналізу є порівняння з раніше отриманими величинами або взятими з інших джерел (наукова література, наукові або виробничі звіти). При цьому слід обережно відноситися до результатів, отриманих іншими фахівцями. Слід дотримуватися тих самих методів, що і автори порівнюваної інформації. Наприклад: автори Плиська О.І. та інш. у 2004 р. опублікували статтю «Поширення свинцю в навколишньому середовищі, його негативні впливи на стан здоров'я мешканців м. Києва», де навели дані щодо накопичення свинцю у черепашках молюсків з р. Припять. За їх даними вміст свинцю у черепашках складав 4,5%, що у перерахунку на масу черепашки давало величину 45 г свинцю на 1 кг черепашок. Така концентрація свинцю скоріше відповідає свинцевій руді, а не біологічній структурі. Помилка була пов'язана із застосуванням неадекватного методу хімічного аналізу зразків.

Відсутність нормативних величин (наприклад, критичних рівнів або гранично допустимої концентрації (ГДК)) не є проблемою. Сучасна система організації моніторингу докільля поступово відступає від таких жорстко регламентованих нормативними документами показників. Натомість все більш широке застосування набуває порівняння з референсними (фоновими) величинами – компаративний підхід. Проте, в такому разі необхідно на етапі формування первинної програми моніторингу запланувати станції спостереження, результати досліджень на яких будуть виступати для порівняння. Такими станціями можуть бути контрольні точки, які розташовані на віддалені від джерела забруднення або вище за течією відносно створу скиду.

10. Оцінка результатів

Цей заключний етап моніторингу є найбільш важливим, оскільки він повинен давати відповідь на поставлену мету моніторингу. Незважаючи на наявність аналізу

результатів, коли встановлюється факт та ступінь перевищення критичних величин за певним параметром, саме по собі таке перевищення не є кінцевим результатом. Наприклад, концентрація забруднювача у компоненті довкілля становить 2 ГДК. Це є встановленим фактом забруднення. Але наслідки такого перевищення є неочевидними.

Цінність результатів моніторингу встановлюється в процесі їх інтерпретації. **Основний принцип оцінки** – переведення конкретних вимірюваних величин у маркери процесів. Для цього широко застосовують інтегральні показники, які дають можливість врахувати цілий комплекс параметрів довкілля з метою скорочення обсягу інформації та узагальнення результатів. У більшості випадків відсутні прості алгоритми, які дозволяють шляхом механічного порівняння величин встановити якісний стан об'єкту дослідження. Слід пам'ятати, що всі люди (і вчені, і особливо – управлінці) оперують лише двома поняттями «добре» або «погано». Тобто, з метою отримати дійсно смислову інформацію, всі кількісні величини повинні бути переведені у поняття «добре» або «погано», «багато» або «мало». Тому на практиці основним методом є застосування експертної думки фахівців. Проте основна проблема залучення експертів для проведення оцінки полягає у значному впливі їх суб'єктивності. Просто широкий кругозір з питання, яке вивчається, та авторитетність експерта у наукових колах є недостатніми умовами успішної оцінки стану довкілля. Тому для зменшення впливу суб'єктивізму застосовують такі методи експертної оцінки.

Дельфійський метод (розроблено у 1950-х рр. у США для прогнозування майбутніх військових дій у світі). Основні положення: заочність, багаторівневість, анонімність. Суть методу полягає в отриманні незалежної думки учасників експертної групи шляхом послідовного об'єднання ідей та відповідей під час багатократних анонімних групових опитувань (рис. 1.5).

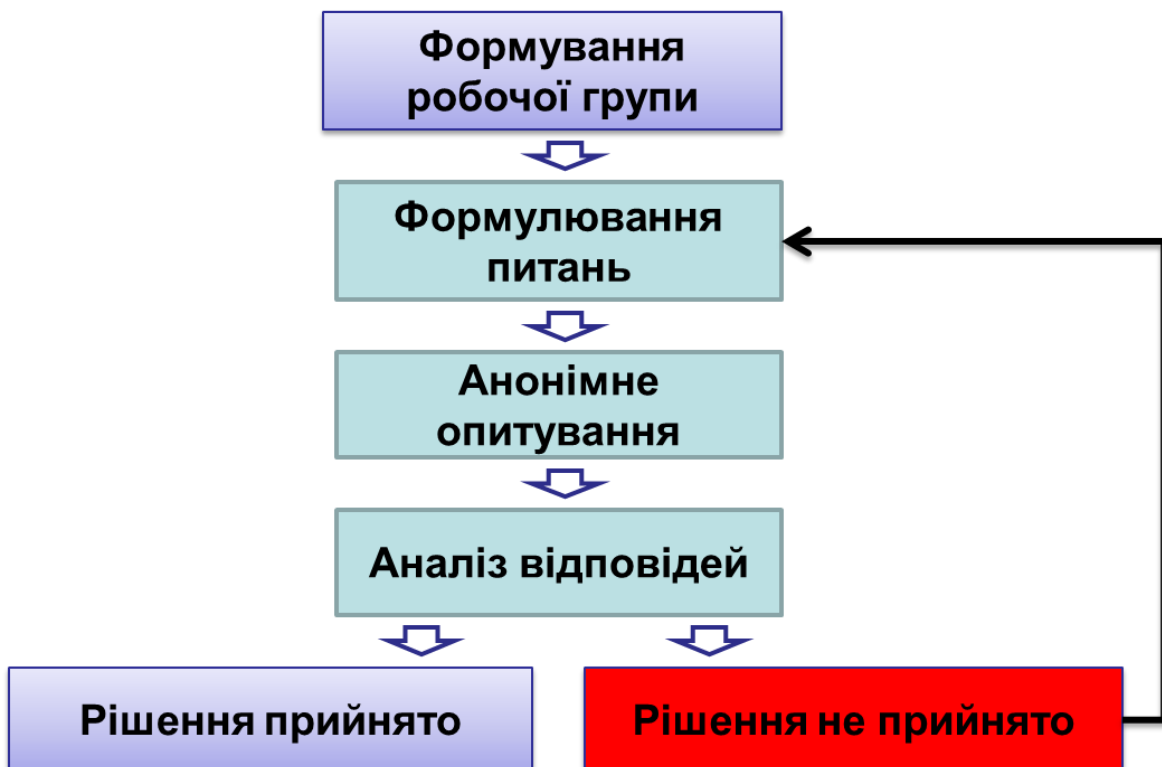


Рис. 1.5 Алгоритм проведення експертної оцінки за принципом «Дельфійський метод»

Метод включає такі етапи:

- Підбір групи спеціалістів, які не пов'язані один з одним.

- Формулювання питань або проблеми в анкеті.
- Анонімне опитування членів групи фахівців.
- Вибір відповідей, які найчастіше зустрічаються.
- Аналіз отриманих відповідей.
- Вибір рішення, яке висловили більшість з опитаних.

Якщо рішення відсутнє, наприклад респонденти розділилися навпіл або не бачать вірних рішень серед запропонованих, зміст анкети редагується і опитування повторюється.

Недоліками цього методу є:

- значна тривалість проведення експертизи;
- якщо розглядається вузька проблема, важко дотриматися анонімності опитування, оскільки фахівці найчастіше знайомі один з одним;
- замовник оцінки повинен розуміти суть питання, оскільки від правильності формулювання питань та відбору варіантів відповідей залежить результат опитування.

Мозковий штурм – колективний метод пошуку рішення шляхом очного обговорення проблеми групою спеціалістів. На відміну від Дельфійського методу, цей підхід дозволяє отримати результати експертної оцінки значно швидше (рис. 1.6).

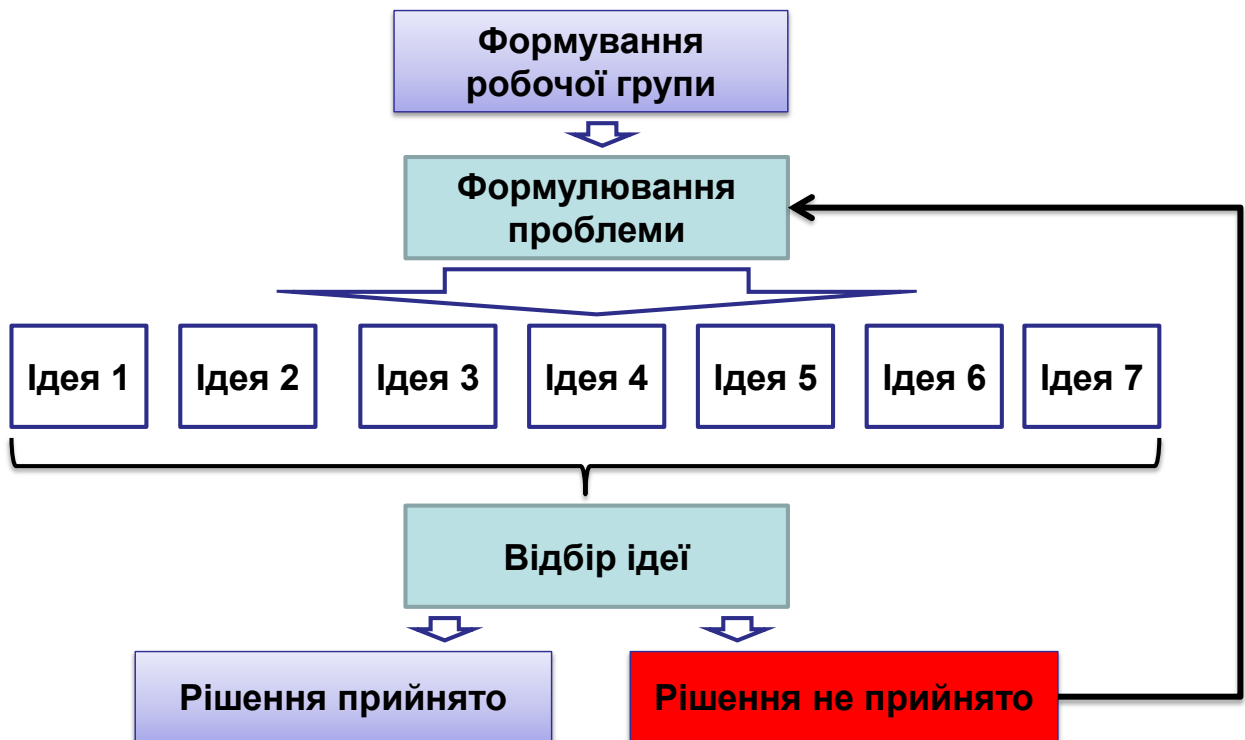


Рис. 1.6 Алгоритм проведення експертної оцінки за принципом «мозкового штурму»

Метод має такі правила:

- Критика будь-яких запропонованих рішень забороняється.
- Вітаються будь-які, навіть фантастичні ідеї.
- Можна комбінувати та розвивати чужі ідеї.
- Головна мета – отримання найбільшої кількості ідей.

Метод включає такі етапи:

- Постановка проблеми.
- Генерація ідей – головне їх кількість.
- Групування, оцінка та відбір ідей.

Недоліки:

- Значний вплив авторитетних фахівців. Тому бажано, щоб всі учасники експертної групи були рівними за формальними ознаками (науковий ступінь, вчене звання, вік, фах) або представляли незалежні установи.
- Основне навантаження припадає на організатора, який повинен модерувати процес обговорення і повинен мати авторитет для більшості учасників. Також він повинен в ході дискусії відбирати цінні ідеї. При цьому необхідні нестандартні підходи до інтерпретації висловлених учасниками рішень.
- Метод краще підходить до вирішення простих задач, які не потребують тривалого аналізу даних в ході обговорення.

1.6 Спостереження як основна методологія моніторингу довкілля

Як було зазначено вище, моніторинг довкілля відноситься до однієї з форм **науково-пізнавальної діяльності**. При цьому використовуються загальнонаукові методи (форми) дослідження, основним з яких є емпіричний метод отримання, накопичення та аналізу даних про параметри, властивості та показники реального об'єкту шляхом спостереження.

Спостереження – такий спосіб збору інформації про об'єкт дослідження, коли не відбувається втручання до природного плину подій.

Переваги спостережень:

- на систему не впливає процедура отримання інформації;
- можна проводити дистанційно;
- часто немає технічної можливості вплинути на систему (гігантська система або мікроскопічна).

Відсутність впливу на систему повинна забезпечувати отримання інформації саме природних явищ. Навіть виявлення антропогенних змін довкілля в процесі моніторингу довкілля не повинно впливати на поточний стан об'єкту дослідження. Наприклад, моніторинг біорізноманіття повинен проводитися такими методами, які не призведуть до викривлення ситуації при проведенні наступних досліджень.

Дистанційні методи моніторингу довкілля значно зменшують безпосередній вплив на компоненти довкілля під час досліджень.

Більшість об'єктів моніторингу є масштабними, часто велетенськими системами, свідомий або керований вплив на які під час проведення досліджень просто неможливий (екосистеми річок, водосховищ, лісових екосистем або атмосферного повітря).

Недоліки спостережень:

- обмежений вибір показників;
- значний ризик неусвідомленого впливу на систему;
- необхідність досліджувати надлишкову кількість показників

Моніторинг довкілля не дозволяє реєструвати функції відклику системи. Тому під час спостереження споглядач займає пасивну роль. Реєструються реакції системи лише внаслідок випадкових природних збурень. Це не дозволяє з високою точністю моделювати поведінку системи за таких умов, що зменшує прогностичну потужність їх моделювання. Тому з метою всебічної оцінки природних систем необхідно досліджувати велике число показників, оскільки деякі можуть виявитися чутливими маркерами процесів. Тому програми моніторингу довкілля часто переглядають з метою корекції набору параметрів, за якими проводиться спостереження.

З точки зору технічної реалізації процедур моніторингових досліджень, спостереження поділяють на дві групи:

- контактні методи;
- дистанційні методи.

Контактні методи спостереження проводяться шляхом дослідження зразків (проб) компонентів навколишнього середовища або безпосереднім вимірюванням його

параметрів (наприклад, рівнів води або температури). При цьому відбувається безпосереднє контактування інструментів з об'єктом дослідження. Слід контролювати, щоб такий контакт не призводив до зміни властивостей об'єкту (наприклад, під час відбору зразків води на невеликій глибині треба контролювати відсутність підняття верхнього шару донних відкладів, коли зависи можуть потрапити до відбірної склянки та викривити результати подальших досліджень).

У залежності від природи параметра, що вимірюється, методи поділяють на:

Фізико-хімічні методи – інструментальні методи безпосереднього визначення фізичних параметрів та хімічного складу компонентів навколишнього середовища, які виконують за допомогою спеціально сконструйованих засобів виміральної техніки:

- спектральні методи (спектрометри, спектрофотометри та фотоколориметри);
- газорідинна хроматографія;
- високоефективна рідинна хроматографія;
- електрохімічні методи (потенціометричні, полярографічні, іонометричні);
- гравіметричні;
- радіометричні.

У більшості випадків це складне високотехнологічне устаткування, яке потребує залучення кваліфікованого персоналу для виконання досліджень. Сучасний рівень розвитку засобів виміральної техніки дозволяє отримувати точну інформацію про велику кількість параметрів складових довкілля. Також застосування інструментальних методів зменшує суб'єктивність при отриманні кількісних величин – прилади одразу виводять на екран (шкалу) результат виміру, який часто не потребує додаткової обробки. Водночас необхідно бути впевненим, що застосований метод є адекватним для виміру даного параметру, а прилад знаходиться у робочому стані.

Методи біологічного моніторингу – встановлення властивостей компонентів навколишнього середовища шляхом спостереження за параметрами живих організмів та їх угруповань.

1. Біоіндикація.
2. Біомоніторинг.
3. Біотестування.
4. Мікробіологічні.

Тривалий час у вітчизняних наукових публікаціях виникає плутанина, коли автори на свій розсуд використовують поняття біоіндикація та біомоніторинг. Хоча ці терміни є протилежними за своєю суттю. Вперше поняття "біологічний індикатор" та "біологічний монітор" було відокремлено в роботі М.Н. Мартін ще у 1982 році [8]. Організми-біоіндикатори є чутливими видами до змін параметрів довкілля. Їх чутливість буде тим більшою, чим вузкою буде їх зона толерантності (рис. 1.7). Водночас для проведення біомоніторингу або біотестування необхідно обирати толерантні види, які здатні витримувати широкий діапазон коливань умов довкілля, але своїми реакціями та властивостями будуть сигналізувати про наявність певного впливу.

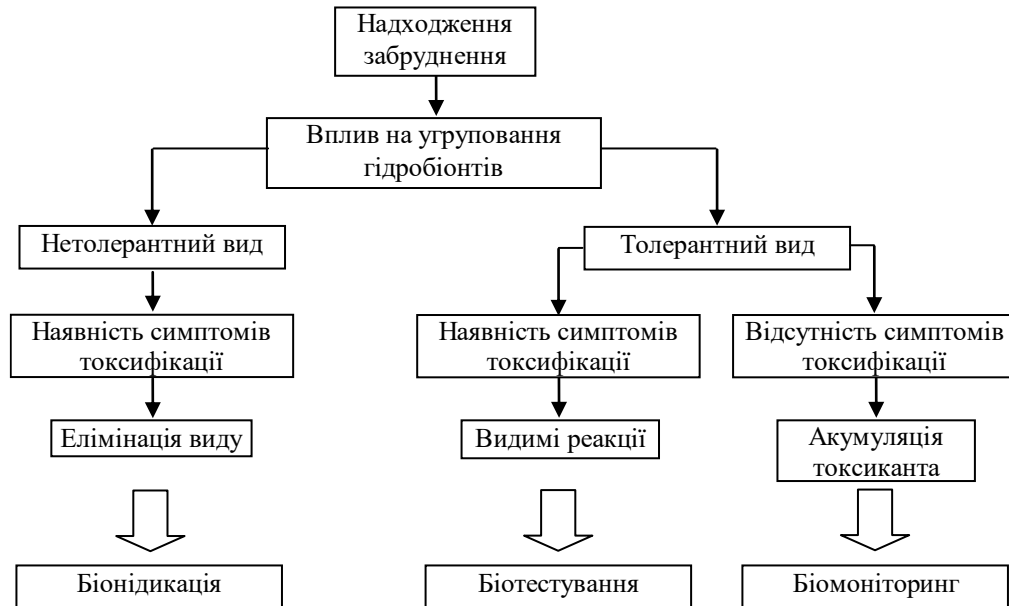


Рис. 1.7 Алгоритм вибору виду, для здійснення біоіндикації, біотестування та біомоніторингу

Біоіндикація – комплексний метод оцінки якості довкілля або його окремих компонентів за наявністю або відсутністю певних видів живих організмів або їх угруповань.

Біологічний індикатор (біоіндикатор) – організм (його популяція), який своєю присутністю в екосистемі вказують на наявність певного критичного фактору (явища). Чутливість біоіндикатора залежить від ступеню стенобіонтності за відповідним фактором.

Біологічна індикація мабуть один з найдавніших методів визначення параметрів довкілля. Наприклад, люди давно помітили, що певні рослини зустрічаються на ґрунтах, що характеризуються специфічними властивостями (кислотність, засоленість, вміст азоту). Тому такі рослини використовували для прогнозування родючості ґрунту. В даний час такі прості методи практично повністю витіснені інструментальними методами, що дають можливість отримувати кількісну оцінку відповідного чинника. Вони залишаються у використанні на аматорському рівні, наприклад, ліхеноіндикація якості атмосферного повітря.

Проте, із запровадженням нових підходів до оцінки якості довкілля, коли на зміну фізико-хімічним критеріям приходять критерії екологічного стану довкілля, методи біоіндикації вийшли на новий рівень. Наприклад, оцінка екологічного стану поверхневих та морських вод ґрунтується на комплексній оцінці біотичних і абіотичних компонентів. При цьому більшу оціночну вагу мають біологічні показники (фітопланктон, макрофіти, фітобентос, макрозообентос, риби). Гідроморфологічні, хімічні та фізико-хімічні показники лише доповнюють оцінку екологічного стану. Але на зміну видам-біоіндикаторам прийшло використання індикаторних угруповань. Так, для характеристики структурованості гідробіоценозів макрозообентосу морських екосистем використовується індекс Marine Biotic Index (AMBI), що враховує наявність або відносну кількість чутливих до антропогенного впливу видів.

Біомоніторинг – метод оцінки параметрів навколишнього середовища або його окремих компонентів за змінами властивостей та параметрів певного виду організму у природних умовах. Ступінь таких змін дозволяє кількісно оцінити наявність забруднення середовища або вплив іншого стресового фактору. Наприклад, за ступенем ураження хвої дерев можна оцінити інтенсивність забруднення атмосфери (перш за все – сірчаним

газом). Але така оцінка не буде мати будь якої юридичної сили, оскільки цей метод не є загально визнаним.

Тривалий час використання біомоніторингу обмежувалося лише науковими та аматорськими дослідженнями і власне не відповідало вимогам критеріїв моніторингу довкілля. Хоча масштаби деяких таких досліджень були величезними. Наприклад, міжнародна програма Mussel Watch Program триває вже понад 35 років (започаткована у 1986 р.) за підтримки Національного управління океанів і атмосфери США (NOAA) і використовує здатність двостулкових моллюсків накопичувати забруднювачі в своїх тканинах. Перелік країн учасників значно змінювався за час її реалізації. Завдяки цій програмі здійснюється моніторинг забруднення біологічно-доступними формами хімічних елементів та сполук морських прибережних екосистем (https://en.wikipedia.org/wiki/Mussel_Watch_Program). На даний момент завдяки накопиченій інформації Mussel Watch Program вже здатна вирішувати прикладні проблеми окремих екосистем (<https://coastalscience.noaa.gov/project/mussel-watch-program-assessment-chesapeake-bay-charleston-harbor/>).

Однак впровадження в Україні нових підходів до моніторингу вод призвело до законодавчого урегулювання використання біомоніторингу. Так для класифікації хімічного стану поверхневих вод використовують екологічні нормативи якості за накопиченням в гідробіонтах 11 груп сполук: бромованих дифенілових ефірів, флуорантену, гексахлорбензолу, гексахлорбутадієну, сполук ртуті, поліароматичних вуглеводнів, дикофолу, перфтороктанового сульфоналу, діоксинів, гексабромциклододекану та гептахлору.

Біотестування – встановлення токсичності середовища за допомогою лабораторних живих організмів тест-об'єктів, які своїми тест-функціями (морфо-фізіологічними реакціями) сигналізують про властивості середовища. Використовують наступні біотести:

- види-індикатори (які фактом своєї загибелі вказують на наявність небезпечного фактору);
- види-монітори (ступінь змін морфо-фізіологічних параметрів вказують на інтенсивність впливу чинників середовища).

Біотестування використовують в процесі моніторингу поверхневих та морських вод як обов'язкову процедуру [9] згідно стандартних процедур ДСТУ 4173: 2003 та ДСТУ 7387: 2013 [10,11].

Мікробіологічні методи фактично відповідають принципам біоіндикації або біомоніторингу, а їх виокремлення відбувається у зв'язку з особливостями проведення таких досліджень (здійснюються спеціально уповноваженими мікробіологічними лабораторіями). Зокрема до біоіндикації можна віднести методи мікробіологічного виявлення у воді кишкової палички *Escherichia coli*, яка сама по собі становить незначну загрозу для здоров'я людини, проте виступає індикатором фекального забруднення води. При цьому наявність бактерій роду *Proteus* є індикатором забруднення органічними речовинами та фекаліями тваринного походження.

До методів біомоніторингу можна віднести оцінку біологічної активності ґрунту, яка використовується як критерій функціонування ґрунтового мікробоценозу.

Дистанційні методи моніторингу довкілля – аерокосмічні методи дистанційного зондування землі (ДЗЗ) та інші неконтактні методи. Аерокосмічні методи екологічного моніторингу довкілля включають систему одержання інформації про параметри навколишнього середовища за допомогою технічних засобів, які просторово віддалені від об'єкту спостереження і найчастіше встановлені на авіаційних або космічних апаратах. Розвиток робототехніки в даний час призвів до широкої доступності авіаційної техніки, що використовується для фото- та відеофіксації стану земної поверхні у локальних масштабах. Розвиток мережевих технологій та доступність космічних знімків водночас

сприяє все більш широкому застосуванню результатів космічної зйомки з орбітальних апаратів.

Перевагами таких методів є оперативність, високий ступінь генералізованості інформації, можливість дослідити велику територію або важкодоступні місця для контактних методів дослідження.

Основні методи дистанційного зондування Землі:

Фото-відеоспостереження

Створення зображення земної поверхні у видимому та інфрачервоному спектрах. Дозволяє отримати фотографічне зображення поверхні, визначити особливості рельєфу, тип та стан рослинного покриву, теплове та пилове забруднення атмосфери, забруднення ґрунту та поверхні води, ідентифікація та визначення параметрів метеорологічних явищ. Жодне широкомасштабне дослідження природних екосистем не проводиться без визначення координат знаходження об'єкту або застосування більш складних GIS-технологій. Візуалізація контурів меж окремих екосистем дозволяє з високою точністю визначити їх площу, біомасу домінуючої рослинності, її фітопатологічний стан.

Спектральні сканери

Реєструють спектри відбитих променів від земної поверхні у видимому на інфрачервоному діапазонах. Різні ділянки відбитого спектру характеризують параметри різних складових довкілля. Наприклад, блакитні промені добре проникають у поверхневі шари води, і тому це може характеризувати наявність підводної рослинності, каламутності води. Зелені – характеризують тип та щільність рослинності. Червоні – характеризують тип ґрунту. Інфрачервоний – визначає ступінь зволоженості ґрунту та насиченість вологою листя рослин. Надвисокочастотні локатори (НВЧ) виявляють рельєф поверхні, здатні проникати крізь хмари.

Наприклад за допомогою супутникової зйомки відбувається контроль скиду забруднених вод з морських суден, оскільки інші методи не дозволяють оперативно виявити наявність забруднення на великій площі. Причому використання авіаційної техніки має обмеження, оскільки візуально виявити нафтову пляму важко, і практично неможливо оцінити її площу. Випромінювання відбитих сонячних променів нафтовою плівкою сильно відрізняється від випромінювання чистої морської води в ультрафіолетовому діапазоні 380 нм, а в інфрачервоному – у 600 нм.

Автоматизовані системи спостережень не утворюють окремої процедури моніторингу довкілля, оскільки незалежно від технічної реалізації моніторингу довкілля (контактної або дистанційної), вони можуть бути організовані як в ручному, так і автоматичному режимах. Вони являють собою систему з розподіленою організацією збору та обробки інформації, що здатна працювати визначений час у автономному режимі без втручання оператора. Основу такої системи спостереження складає автоматизована інформаційна система (АІС), яка базується на комп'ютерних засобах. Розвиток комп'ютерної техніки призвів до того, що навіть на аматорському рівні є можливість створити автоматизовані системи спостережень за широким переліком параметрів довкілля. Автоматизовані системи здатні:

- Автоматично вимірювати контрольовані параметри за допомогою автоматичних датчиків та аналізаторів.
- Проводити збір інформації з мережі датчиків та здійснювати її первинну обробку та систематизацію (сортувати за часом та місцем спостереження, виявляти аномальні величини та перевищення критичних рівнів).
- Записувати інформацію на носій (електронний, паперовий) та передавати до інформаційних мереж.
- Візуалізувати інформацію у вигляді ситуативних карт.
- Взаємодіяти з іншими АІС моніторингу довкілля.

1.7 Метрологічні вимоги до процедури спостережень

Згідно з положенням «Про державну систему моніторингу довкілля» (Ст. 14) метрологічне забезпечення державної системи моніторингу здійснюється на основі таких принципів:

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

Відповідно до статті 3 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (2014 р.) контроль стану навколишнього природного середовища відноситься до сфери законодавчо регульованої метрології, до якої запроваджено державне регулювання методів вимірювань, одиниць вимірювання та засобів вимірювальної техніки. Іншими словами, державна система моніторингу довкілля може використовувати лише чітко визначені методи та інструменти для проведення спостережень. На ринку представлена велика кількість інструментів та засобів для вимірювання параметрів довкілля, проте дійсними визнаються результати, які отримано лише згідно законодавчо унормованих процедур та визначеними засобами.

Методика вимірювання – сукупність операцій та правил, що використовуються у моніторингу довкілля, призначених для проведення певних досліджень, що забезпечують отримання результатів з відомою похибкою. Найбільш повний перелік методик представлений у «Переліку методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, тимчасово допущених до використання Мінприроди» (Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 02.01.2008 р.). Незважаючи на його тимчасовість при виборі методів проведення спостережень варто орієнтуватися на цей перелік.

Крім того результати вимірювань можуть бути використані у сфері законодавчо регульованої метрології за умови, що для таких результатів відомі відповідні характеристики похибок або невизначеність вимірювань. Для оцінки величини похибок або невизначеності вимірювань використовують такі метрологічні характеристики:

- **точність визначення** – ступінь співпадіння показань вимірювань з істинним значенням вимірюваної величини. Для оцінки точності виміру використовують поняття **похибки** – відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної фізичної величини, що є кількісною характеристикою точності вимірювання. Для кількісної характеристики похибки з 2014 р. застосовують поняття **невизначеність вимірювання** (англ. *measurement uncertainty*) — параметр, що характеризує розсіювання значень, які обґрунтовано могли бути приписані вимірюваній величині. Оцінювання невизначеності вимірювань здійснюється шляхом розрахунку величини стандартного відхилення.

- **чутливість визначення** – можливість відрізнити близькі величини параметру, що реєструється (роздільна здатність). Часто чутливість невірно розуміють як можливість вимірювати малі величини. Це невірно, оскільки термометр, який висить за вашим вікном і вимірює температуру у широкому діапазоні (наприклад, від -30°C до +40°C) значно поступається за чутливістю медичному термометру (діапазон від +35 °C до +41 °C), оскільки не може вимірювати температуру з чутливістю 0,1°C.

- **низька межа виявлення показника** – мінімальний сигнал, який можна надійно відрізнити від фону (шуму). Ця величина визначає можливість вимірювати низькі рівні величини. Необхідно відрізнити межу визначення (*detection limit*) від межі кількісного визначення (*quantitation limit*). Межа визначення означає надійне виявлення присутності досліджуваного компонента у зразку (якісне визначення). При цьому кількісне визначення можливе лише за умов достатньої чутливості методу. Зазвичай нижня межа засобів

вимірювальної техніки/методу повинна становити становить від 0,1 ГДК (для ґрунту) до 0,8 ГДК (для атмосферного повітря).

1.8 Моніторинг як система оцінки стану довкілля

Отже моніторинг довкілля це не лише збір та аналіз інформації про навколишнє середовище. Моніторинг повинен забезпечувати формування оціночних суджень про якість довкілля або його окремих компонентів. Проте само поняття «якість довкілля» не має однозначного визначення, оскільки якість є відносним поняттям.

Якість довкілля – поточний стан довкілля, що формується на основі комплексної синергетичної взаємодії всіх його елементів. Взаємодія елементів створює особливі властивості системи, які є відсутніми у її елементів та підсистемах, що є ознакою цілісності системи (див, явище емерджентності). Це поняття відповідає філософській категорії «міри» за Г.Гегелем (означає єдність кількісної та якісної визначеності об'єкту).

Таким чином, неможливо оцінити якість довкілля лише за одним критерієм. Саме поняття якості є **абстрактним поняттям**. Тому в практиці моніторингу досліджують не саму якість довкілля, а показники його якості. Проте простий набір показників, навіть дуже великий, не гарантує адекватної оцінки якості довкілля. Необхідно обрати невелику кількість маркерних показників (з точки зору філософії науки абстрагування – виокремлення загальних універсальних властивостей та усунення інших несуттєвих).

Більшість показників довкілля мають кількісний вимір. Проте внаслідок переходу кількісних змін в якісні, довкілля як термодинамічно відкрита неврівноважена система, змінює свій стан нелінійно, що є результатом багатоваріантної взаємодії багатоелементних структур (більш докладно, див Синергетика <https://ru.wikipedia.org/wiki/Синергетика>). Іншими словами, в процесі кількісних змін параметрів елементів складної системи відбуваються стрибкоподібні зміни її емерджентних властивостей (рис. 1.8). Головним в цій складній філософській конструкції є те, що якість довкілля повинна характеризуватися певними діапазонами сталості, незважаючи на мінливість властивостей окремих складових.

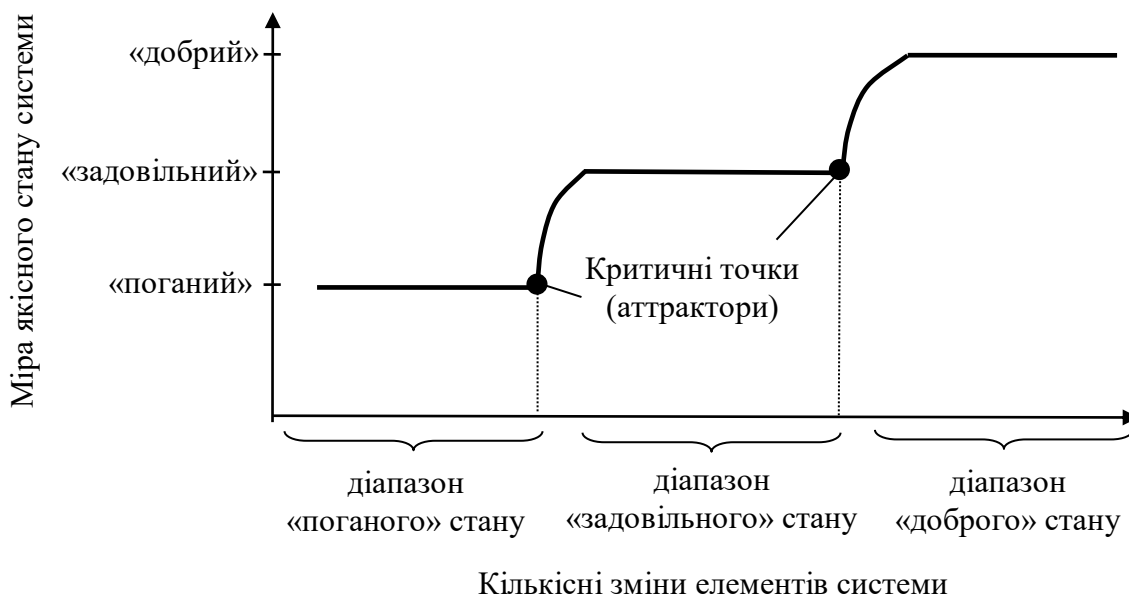


Рис. 1.8 Концептуальна схема зміни міри якісного стану системи в процесі кількісних змін властивостей її складових.

Такі діапазони сталих емерджентних властивостей системи відповідають поняттю «стан системи» – положення відносно інших варіантів її загального вигляду. Таким чином для оцінки якісного стану довкілля необхідно визначити весь діапазон його станів та встановити відносну якісну їх характеристику, що буде відповідати поняттю міри якості довкілля.

На жаль, в законодавстві України, незважаючи на широке використання поняття «стан довкілля», чітке його визначення відсутнє. Починаючи з Конституції України, якою кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, закінчуючи Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», стаття 15 якого встановлює, що «місцеві ради несуть відповідальність за стан навколишнього природного середовища на своїй території і в межах своєї компетенції» (як можна нести відповідальність за стан, критерії якого є не окресленими!). Аналіз змісту щорічних Національних доповідей про стан навколишнього природного середовища в Україні вказує на відсутність розуміння цього поняття. В результаті вся доповідь зводиться до 500-сторінкової статистичної збірки з набором параметрів за окремими компонентами довкілля. Ця правова та наукова проблема є надзвичайно важливою для реального провадження моніторингу довкілля, оскільки у самому визначенні моніторингу мова йде про «систему спостережень, оцінки та прогнозування стану навколишнього середовища». Відсутність розуміння критеріїв стану довкілля є основною причиною низької ефективності моніторингу довкілля.

Ситуація стала кардинально змінюватися у 2018-2019 рр., коли зміни у законодавстві України у сфері моніторингу довкілля призвели до запровадження нових підходів оцінювання стану довкілля. З'явилося нове поняття як «цільовий показник», яке означає плановану величину за певними критеріями якості довкілля.

Для атмосферного повітря такою мірою якості визначено рівні забруднювальних речовин, встановлені з метою уникнення, попередження чи зниження шкідливих впливів на здоров'я людини та/або на навколишнє природне середовище в цілому, який по можливості повинен бути досягнутий за визначений період часу (Постанова КМУ від 14.08.2019 р. №827) [6]. Такі цільові показники встановлено для 6 компонентів (арсен, кадмій, нікель, бенз(а)пірен, ТЧ_{2,5}, озон), що виступають показниками якості атмосферного повітря. При цьому як цільові показники не використовують звичні забруднювачі, такі як діоксид сірки або оксиди азоту, оскільки вони є поганими маркерами якісного стану атмосферного повітря.

Для водних екосистем такою мірою став «добрий стан», який за Водною рамковою директивою ЄС означає – показники біологічних складових якості для даного типу екосистем демонструють низькі рівні зовнішніх впливів, спричинених діяльністю людини або дуже мало відхиляються від характерних значень [7]. На відміну від атмосферного повітря в такому визначенні взагалі відсутні кількісно-якісні критерії, оскільки для різних водних екосистем вони суттєво відрізняються і встановлюють в кожному випадку окремо.

Отже визначення маркерів найкращого стану довкілля дозволяє створити вербальну шкалу міри якості довкілля (або якісного стану), яка у загальновизнаному вигляді позначається відповідними кольорами (рис. 1.9). Для певних складових довкілля, або за окремими критеріями стану використовують скорочену шкалу, яка може містити лише дві або три градації («добрий»-«поганий»; «добрий»-«задовільний»-«поганий»). Можуть використовуватися інші вербальні формули (наприклад «недосягнення доброго» стану), але принцип визначення міри якості стану довкілля залишається подібним.

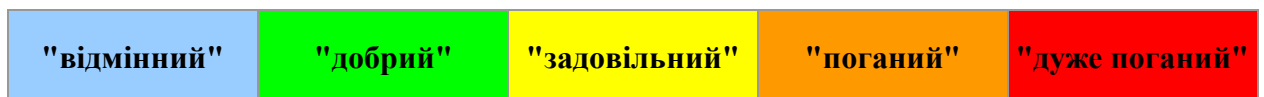


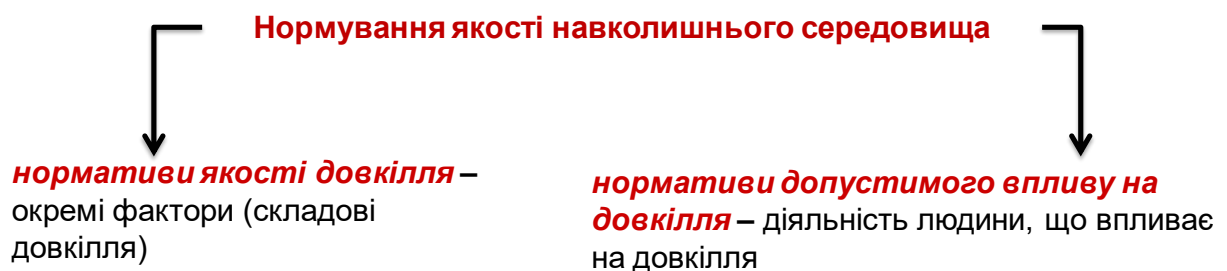
Рис. 1.9 Діапазон мір якісного стану довкілля (або окремої його складової)

Після встановлення шкали мір якості стану довкілля необхідно визначити **критичні величини маркерних показників**, які будуть відповідати критичним точкам-аттракторам якісного переходу системи в інший стан (див. рис. 1.8). В основу оцінки якісного стану довкілля покладено традиційну концепцію нормування якості навколишнього середовища.

Нормування якості довкілля – встановлення номінальних нормативів якості окремих компонентів довкілля, які визначають межі прийнятних та допустимих змін їх складу та властивостей.

Встановлення нормативів якості довкілля ґрунтується на концепції критичності (пороговості) впливу. **Поріг шкідливої дії** – це мінімальна кількість впливу (концентрація речовини, інтенсивність фізичного фактору), за якого виникають зміни, що виходять за рамки адаптаційних меж біологічних систем або порушують стійкість екосистем, в результаті чого вони переходять до іншого якісного стану (див. рис. 1.8).

Нормуванню підлягають 1) як окремі фактори (складові) довкілля (нормативи якості довкілля), 2) так і діяльність людини, що впливає на стан довкілля (нормативи допустимого впливу на довкілля).



У першому випадку нормування визначає вимоги до параметрів довкілля, відповідність яким дозволяє стверджувати про відповідний стан середовища (для існування людини або для існування природних біосистем). У другому випадку встановлюється критерій правомірності впливу природокористувачів на довкілля з метою недопущення змін параметрів стану навколишнього середовища. (Як ви думаєте, які екологічні нормативи повинні бути більш жорсткими? – другі повинні бути більш жорсткими, оскільки вони мають попереджувальний характер і повинні забезпечувати виконання нормативів якості довкілля).

Найкраще розробленою системою нормування якості довкілля є санітарно-гігієнічне нормування, оскільки цільовим об'єктом їх застосування є людина. Це пояснюється, крім суто антропоцентричного підходу, тим, що встановити нормативи для одного біологічного об'єкта значно простіше, ніж для біо- або екосистем в цілому. Нормативи якості питної води в Україні було розроблено ще у 1939 р., для повітря робочої зони – 1925 р.

Санітарно-гігієнічні нормативи – це гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин та мікроорганізмів або гранично допустимі рівні (ГДР) фізичних факторів у навколишньому середовищі, які ще не викликають шкідливого впливу на організм людини в даний момент або у віддаленому часі на здоров'я наступних поколінь.

В основі встановлення санітарно-гігієнічних нормативів покладено токсиметричні показники впливу хімічних речовин, мікроорганізмів та фізичних факторів для чутливих модельних організмів.

Основними токсиметричними критеріями санітарно-гігієнічного нормування виступають:

Гранично допустима концентрація (ГДК) – норматив, який встановлює максимальну концентрацію шкідливої речовини в одиниці об'єму або маси, яка при тривалому впливі (надходженні до організму) не викликає будь-яких змін в організмі людини (у тому числі – віддалених у часі).

Гранично допустимий рівень (ГДР) – норматив, який встановлює верхню межу впливу енергетичних факторів, за умов впливу яких на організм періодично або протягом всього життя не виникає патологій або змін в організмі, які можуть бути зареєстровані сучасними методами, у тому числі – віддалених у часі ефектів.

Санітарно-гігієнічні нормативи в Україні до 2018-2019 рр. були єдиними критеріями оцінки якісного стану довкілля. Для деяких складових довкілля вони залишаються єдиними нормативними показниками (наприклад, для оцінки стану ґрунтів). Для атмосферного повітря та поверхневих і підземних вод вони продовжують традиційно використовуватися наряду з нововведеними екологічними нормативами (більш докладно, див. розділи «Екологічний моніторинг атмосфери», «Екологічний моніторинг компонентів гідросфери»).

Одним з небагатьох показників, які тривалий час вважалися екологічними нормативами є ГДК хімічних речовин у воді водойм рибогосподарського призначення (ГДКвр), які часто називають еколого-рибогосподарськими нормативами. Основним призначенням даного нормативу є збереження якості середовища, придатного для мешкання промислових об'єктів та їх кормової бази. Тобто, ГДКвр регламентує негативний вплив на "корисне" населення водойм, що визначає значну господарську складову зазначеного нормативу.

Екологічні нормативи – визначають граничну межу зміни параметрів довкілля, перевищення якої може створити загрозу для стабільного існування природних екосистем (тобто зміни виходять за межі характерних природних фонових коливань).

Постановою Кабінету Міністрів України №758 від 19 вересня 2018 р. прийнято «Порядок здійснення державного моніторингу вод», яким визначення хімічного стану масиву поверхневих вод здійснюється на підставі встановлення **екологічних нормативів якості (ЕНЯ)** за вмістом пріоритетних забруднювальних речовин. Постановою КМУ №827 2019 р. «Про порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» вводиться у законодавчу практику новий термін – **гранична величина (ГВ)** – рівень забруднювальної речовини, встановлений з метою уникнення, попередження чи зменшення шкідливих впливів на здоров'я людини та/або на навколишнє природне середовище в цілому. Таким чином можна констатувати факт, що в Україні відбулося унормування поняття «екологічного нормативу», що поступово впроваджується у практику моніторингу довкілля.

Нормативи допустимого впливу на довкілля (інша назва – виробничо-господарські нормативи) встановлюють з метою запобігання негативного впливу на довкілля господарської та іншої діяльності людини. Залежно від способу впливу виділяють такі нормативи допустимого впливу на навколишнє середовище:

I. Нормативи гранично припустимих викидів (ГДВ) та скидів (ГДС) забруднювачів (інша назва «науково-технічні нормативи»). Ці нормативи встановлюють для стаціонарних, пересувних і інших джерел дії на навколишнє середовище. В основі розрахунку таких нормативів покладено вимогу недопущення перевищення нормативів якості довкілля (у всіх випадках – санітарно-гігієнічних ГДК) в результаті нормальної господарської діяльності суб'єктів природокористування. Існує два принципи розрахунку ГДВ і ГДС:

1) Технологічні нормативи розраховуються для джерел забруднення на основі найкращих існуючих технологій і відбивають допустиму кількість викидів та скидів у розрахунку на одиницю продукції, що випускається.

2) При неможливості дотримання технологічних ГДВ та ГДС можуть встановлюватися ліміти на викиди і скиди. Встановлення лімітів на викиди і скиди допускається тільки при наявності планів зниження викидів і скидів, погоджених з місцевими органами виконавчої влади, що здійснюють державне управління в галузі охорони навколишнього середовища.

Нормативи ГДВ та ГДС обмежують діяльність господарських об'єктів за рівнями інтенсивності потоків шкідливих речовин. Тобто від підприємства не вимагається безпосереднього дотримання тих чи інших ГДК. Само пособі перевищення величини ГДК не є порушенням з боку підприємства, проте є сигналом про невиконання встановлених науково-технічних нормативів.

Нормативи допустимого впливу на довкілля не використовуються при здійсненні моніторингу довкілля. Проте, враховуючи, що основними негативними чинниками впливу на довкілля є діяльність промислових підприємств необхідно проводити спостереження за їх діяльністю за цими показниками, що відповідає поняттю **екологічний контроль**.

Контрольні питання до розділу

1. Що таке моніторинг в широкому розумінні?
2. Від чого залежить точність результатів моніторингу?
3. Окреслити мету моніторингу довкілля.
4. Дати визначення поняттю «довкілля».
5. Перелічити основні методологічні підходи моніторингу довкілля.
6. Перелічити основні етапи (завдання) моніторингу довкілля.
7. Якому етапу моніторингу відповідає «визначення, вимірювання та реєстрація окремих параметрів та показників компонентів довкілля» ?
8. Якому етапу моніторингу відповідає «порівняння отриманих величин окремих параметрів та показників з нормативними, середніми або фоновими значеннями» ?
9. Якому етапу моніторингу відповідає «визначення якісного стану окремих складових довкілля за результатами аналізу параметрів» ?
10. Якому етапу моніторингу відповідає «визначення тренду у часі та (або) просторі змін окремих параметрів та (або) загального стану довкілля»?
11. Загальні принципи моніторингу довкілля.
12. В чому полягають відмінності екологічного контролю та екологічного моніторингу довкілля?
13. В чому полягають відмінності «західної» та «радянської» концепції моніторингу довкілля?
14. Що означає поняття «мандатний моніторинг»?
15. На які ієрархічні рівні за масштабом поділяють моніторинг довкілля?
16. Який законодавчий акт України запровадив державний моніторинг довкілля?
17. Який центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, відповідальний за організацію державного моніторингу довкілля.
18. Хто є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля?
19. Чи зобов'язані підприємства, установи та організації, діяльність яких впливає на стан навколишнього природного середовища, проводити спостереження за станом довкілля?
20. Розкрити зміст алгоритму організації моніторингу довкілля.
21. У чому полягає основний принцип оцінки стану довкілля?
22. Які існують методи експертної оцінки?
23. Перелічити переваги та недоліки спостереження як методу моніторингу.
24. В чому полягають відмінності контактних та дистанційних методів спостереження?
25. В чому відмінності біоіндикації та біомоніторингу?
26. Перелічити основні дистанційні методи спостережень.
27. Що таке автоматизовані системи спостережень?
28. Що означає «сфера законодавчо регульованої метрології»?
29. Що таке методика вимірювань?

30. Якій метрологічній характеристиці відповідає «ступінь співпадіння показань вимірювань з істинним значенням вимірюваної величини»?
31. Якій метрологічній характеристиці відповідає «можливість відрізнити близькі величини параметру, що реєструється»?
32. Якій метрологічній характеристиці відповідає «мінімальний сигнал, який можна надійно відрізнити від фону (шуму)»?
33. Дати визначення поняттю «якість довкілля».
34. Загальні принципи визначення стану довкілля.
35. За яким принципом обирають критичні величини маркерних показників стану довкілля?
36. Дати визначення поняттю «нормування якості довкілля».
37. В Україні найкраще розробленою системою нормування якості довкілля є...? Пояснити чому?
38. Що означає гранично допустима концентрація?
39. У чому полягають відмінності між санітарно-гігієнічними та екологічними нормативами?
40. Що регламентують нормативи допустимого впливу на довкілля?

Література до розділу

1. Munn R.E (Ted) Global Environmental Monitoring Systems (GEMS): Action Plan for Phase I. ICSU-SCOPE, 1973. – 130 p.
2. Израэль Ю.А. 1974. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка окружающей природной среды. Основы мониторинга. Метеорология и гидрология. №7, с. 3-8.
3. Lindenmayer, D. B., Likens, G. E. The science and application of ecological monitoring // Biological Conservation, 2010. – №143 (6). – P.1317–1328.
4. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища. Постанова КМУ від 30.03.1998 р. №391. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п#Text>
5. Угоду про асоціацію між Україною та ЄС. Доступ: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/yevropejska-integraciya/ugoda-pro-asociaciyu>
6. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. №827. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>
7. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод. Постанова КМУ від 19.09.2018 р. № 758. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>
8. Martin M.H. Biological monitoring of heavy metal pollution / M.H.Martin, P.J.Coughtrey. – Barking, Applied science publisher, 1982. – 475 p.
9. Про затвердження Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами. Наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 19.01.2016 р. №30. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030388-16#Text>
10. ДСТУ 4173: 2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea). ISO 6341: 1998, MOD. [Чинний від 2004-07-01]. Київ, 2004.
11. ДСТУ 7387: 2013. Якість води. Метод визначення цито- та генотоксичності води і водних розчинів на клітинах крові прісноводної риби Данію реріо (*Brachydanio rerio* Hamilton). [Чинний від 2013-07-01]. Київ, 2013.

РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРИ

Екологічний моніторинг атмосфери займає особливе та пріоритетне місце в системі моніторингу довкілля, оскільки атмосферне повітря є спільним для всіх живих істот та людей, незалежно від місця їх існування, а для людини – від рівня достатку. Згідно Директиви 89/654/ЄЕС [1] **атмосферне повітря** – повітря тропосфери, за виключенням робочих місць, до яких громадськість не має постійного доступу. Під поняттям «робочі місця» або «робочі зони» розуміють простір в будівлях або спорудах, що належать підприємству та/або виробництву, включаючи будь-яке місце на території підприємства, до якого працівник має доступ при виконанні дорученої йому роботи.

Забруднення атмосферного повітря може становити загрозу для існування наземних та водних екосистем на значному віддаленні від джерел викидів (наприклад, кислотні атмосферні опади характеризуються транскордонним перенесенням на відстані сотні та тисячі кілометрів). Сучасні умови проживання людини не дозволяють повністю відокремити повітря житлового приміщення від навколишньої атмосфери. Відсутні ефективні побутові фільтри повітря, а наявні на ринку моделі скоріше вводять користувача в оману ефекту очищення повітря.

Крім стану забруднення атмосферного повітря важливий вплив на природні екосистеми, здоров'я людини та господарську діяльність мають кліматичні аномалії та небезпечні кліматичні явища, що зазвичай мають регіональний та глобальний масштаби. Тому сучасний екологічний моніторинг атмосфери являє собою надзвичайно складну систему, яка виходить за межі традиційного гідрометеорологічного моніторингу, хоча й спирається на сформовану мережу даної складової моніторингу довкілля.

У вузькому розумінні моніторинг атмосферного повітря – інформаційно-технічна система спостережень, оцінювання та прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря та надання рекомендацій щодо його охорони. Водночас з прийняттям нового Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря [2] (Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. №827, далі – Постанова КМУ №827), відбулися концептуальні зміни у підходах екологічного моніторингу атмосфери. Так, у старому документі Порядок організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря [3] (Постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 р. №343 – втратила чинність) було зазначено, що *«моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря проводиться з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про **рівень забруднення атмосферного повітря**, оцінки та прогнозування його змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря»*. В новому документі мова йде про *«... збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про **якість атмосферного повітря**, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про **якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення**»*. Отже, на зміну поняттю «забруднення атмосферного повітря» введено «**якість атмосферного повітря**» (див. розділ 1.8 Моніторинг як система оцінки стану довкілля). Також важливим є розуміння того, що якість атмосферного повітря є складовою цілісної системи охорони навколишнього природного середовища. Окремо підкреслена інформаційна задача доступності результатів поточного моніторингу атмосфери для всього населення країни.

Суб'єкти державної системи моніторингу атмосферного повітря:

1. Загальнодержавні органи.

- 1.1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Міндовкілля)....
- 1.2. Державна служба надзвичайних ситуацій МВС України ДСНС (підрозділ Український гідрометеорологічний центр).
- 1.3. Міністерство охорони здоров'я України.
2. Регіональні органи.
 - 2.1 Обласні державні адміністрації.
 - 2.2. Виконавчі органи міських рад.
 - 2.3. Київська міська держадміністрація.
 - 2.4. Орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища.

2.5. Державне агентство України з управління зоною відчуження.

Функції окремих суб'єктів державної системи моніторингу атмосфери є чітко розподіленими:

Міндовкілля – здійснює загальну організацію та координацію діяльності суб'єктів моніторингу атмосферного повітря, розробляє загальнодержавні документи у сфері моніторингу атмосферного повітря, проводить узагальнення результатів моніторингу у вигляді Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні.

Державна екологічна інспекція (є структурним підрозділом Міндовкілля) здійснює вибіркового відбір проб на джерелах викидів. Постійної мережі не має. Вимірюється понад 65 параметрів.

Водночас, відповідно до Положення про Міністерство, Міндовкілля не збирає та не формує статистичну документацію щодо обсягів викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря. На даний час за це відповідальна Державна служба статистики України, яка є спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі статистики, що затверджує статистичну методологію та звітно-статистичну документацію спостережень, а також типові форми первинної облікової документації.

ДСНС – встановлює пункти спостережень та забезпечує проведення спостережень за рівнями забруднювальних речовин, показниками та складовими атмосферних опадів, визначених у списку А пункту 1 Переліку забруднювальних речовин, за якими проводиться оцінка якості атмосферного повітря (додаток 2 Постанови КМУ №827) на мережі спостережень Українського гідрометеорологічного центру. Станом на 2017 р. мережа пунктів спостережень включає 162 стаціонарних (у 53 містах) та 2 маршрутних пости спостереження та 2 станції транскордонного переносу (у 1993 172 стаціонарних та 6 маршрутних).

Також надає гідрометеорологічні прогнози іншим суб'єктам державної системи моніторингу атмосферного повітря.

В структурі ДСНС знаходиться **Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут** (має подвійне підпорядкування МВС України та НАН України), що виступає головною науковою установою державної системи моніторингу атмосферного повітря.

Міністерство охорони здоров'я України – встановлює пункти спостережень та забезпечує проведення спостережень за рівнями забруднювальних речовин, визначених у списку А пункту 1 Переліку забруднювальних речовин, за якими проводиться оцінка якості атмосферного повітря (додаток 2 Постанови КМУ №827). Лабораторні центри МОЗ (колишня санітарно-епідеміологічна служба) здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у житловій та рекреаційній зонах, санітарно-захисних зонах підприємств, на території освітніх та медичних закладів. Крім того, здійснюється аналіз якості повітря у житловій зоні за скаргами мешканців.

Також на основі спостережень за рівнями забруднювальних речовин та результатів моніторингу атмосферного повітря інших суб'єктів моніторингу атмосферного повітря визначає наслідки забруднення атмосферного повітря на здоров'я та життєдіяльність населення.

Орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища Обласні державні адміністрації, Київська міська держадміністрація, Виконавчі органи міських рад – в межах території відповідної зони або агломерації встановлюють пункти спостережень та забезпечують проведення спостережень за рівнями забруднювальних речовин списку А пункту 1 (додаток 2 Постанови КМУ №827). Також в окремих зонах та агломераціях за рішенням зазначених суб'єктів можуть встановлюватися пункти спостережень та проводитися спостереження за рівнями забруднювальних речовин, визначених у списку Б пункту 1 додатка 2 Постанови КМУ №827.

Державне агентство України з управління зоною відчуження – встановлює пункти спостережень та забезпечує проведення спостережень за рівнями забруднювальних речовин, визначених у списку А пункту 1 додатка 2 Постанови КМУ №827 у зоні відчуження та зоні безумовного (обов'язкового) відселення території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Крім суб'єктів державної системи моніторингу атмосферного повітря в Україні передбачено організацію та функціонування інших складових моніторингу атмосферного повітря:

1. Підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, можуть встановлювати пункти спостережень та вести спостереження за рівнями забруднювальних речовин, визначених у списках А та Б пункту 1 додатка 2.

2. Громадський моніторинг атмосферного повітря

Відповідно до **Інструкції щодо порядку складання державної статистичної звітності про охорону атмосферного повітря** починаючи з 2004 року підприємства, установи, організації, громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності, що мають стаціонарні джерела викидів забруднювальних речовин і які перебувають на державному обліку, зобов'язані подавати звіт за формою 2-ТП (повітря). Наказом Державної служби статистики України від 25 червня 2021 р. № 162 затверджено нову форму «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів» [4], яка подається до органів державної статистики щорічно до 20 січня. Але інформація за формою 2-ТП (повітря) не може слугувати для оцінки якості атмосферного повітря певного району. У звіті 2-ТП (повітря) підприємства зазначають лише обсяги викидів забруднювальних речовин за фактичними (реальними) викидами в тоннах/рік. Таким чином, навіть якщо підприємство проводить спостереження за рівнями викидів забруднювальних речовин до атмосфери у мг/м^3 викидів, ці дані переводяться у валові одиниці (т/рік) і є недоступними для оцінки. Така відсутність систем моніторингу об'єму та концентрації шкідливих речовин на стаціонарних джерелах викидів не дозволяє встановити наднормативні викиди та здійснювати оперативний контроль забруднення атмосферного повітря.

Для подолання цієї проблеми відповідно до Директиви 2010/75/ЄС [5] було розроблено та внесено до Верховної ради проект Закону України 4167 від 29.09.2020 р. «Про запобігання, зменшення та контроль забруднення, що виникає в результаті промислової діяльності» [6], який так і не було ухвалено (15.07.2021 р. набрав 156 голосів). За даним законом для низки виробничих процесів передбачалася вимога запровадження постійного вимірювання за допомогою автоматизованих систем та передача даних в режимі реального часу до дозвільного органу для оприлюднення через загальнодержавну екологічну автоматизовану інформаційно-аналітичну систему забезпечення доступу до екологічної інформації та на офіційному веб-сайті дозвільного органу в мережі Інтернет.

Відсутність дієвої системи моніторингу якості атмосферного повітря зумовила появу низки громадських проєктів, що проводять самостійні та незалежні спостереження за деякими показниками вмісту забруднювальних речовин в повітрі. З 2018 року в Україні

почала діяти мережа громадських станцій спостереження, яка станом на кінець 2021 р. об'єднує понад 1500 різних типів датчиків для вимірювання до 19 забруднювальних речовин. Найбільшими мережами є ЕкоСіті та SaveDnipro, що мають відповідно 515 та 399 станцій. Інформація від громадських мереж, а також декількох станцій суб'єктів державної системи моніторингу об'єднано у сервіс моніторингу якості повітря SaveEcoBot (<https://www.saveecobot.com>), який дозволяє в режимі реального часу побачити інформацію про показники якості атмосферного повітря в місцях розташування датчиків. Звичайно, у громадській мережі моніторингу є великий перелік недоліків, серед яких основними є:

- нерівномірність охоплення території України. Найбільш густа мережа станцій розташована у містах Київ, Дніпро, Харків, Запоріжжя, Кривий Ріг та Одеса;
- більшість датчиків реєструють лише два показники – ТЧ_{2.5} та ТЧ₁₀. Водночас Європейський індекс якості повітря дозволяє оцінювати якість повітря за неповними даними (<https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/>);
- нерівномірність роботи станцій (значна частина станцій не працює);
- відсутність сталих метрологічних характеристик датчиків, що пов'язано з бюджетними комплектуючими, різноманіттям пристроїв та складністю калібрування та сертифікації. Хоча деякі пристрої є відносно надійними, недорогі датчики можуть змінювати свої параметри в залежності від погодних умов або мають вузький діапазон вимірювань (не можуть вимірювати дуже високі або дуже низькі концентрації забруднювальних речовин). Незважаючи на те, що ці підходи до нас прийшли з Європи, їх мережа громадського моніторингу також змушена відстоювати право на достовірність інформації (наприклад, див. [7]).

Водночас така інформація відповідає рівню «індикативні вимірювання» Постанови КМУ №827 2019 р., що у свою чергу є імплементацією п. 26 ст. 2 Директиви 2008/50/ЄС від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи [8]. Використання таких громадських мереж відображено у звіті Європейського агентства з довкілля (ЕЕА) № 19/2019 [9], де наведено огляд недорогих пристроїв, які громадяни можуть використовувати для вимірювання якості повітря в місцевості.

2.1 Організація моніторингу якості атмосферного повітря

Постанова КМУ №827 2019 р. концептуально змінила підходи до критеріїв забруднення атмосферного повітря. Вона не передбачає обов'язковості проведення «спостережень» або «вимірювань» концентрації забруднювальних компонентів. Натомість запроваджено новий для законодавства України термін – «оцінювання». **Оцінювання** – будь-який метод, що застосовується для вимірювання, обчислення, прогнозування чи оцінки рівня забруднювальних речовин. Таким чином, за певних умов розширюється можливість використання різних підходів, які можуть бути прийнятними і давати достовірну характеристику стану атмосферного повітря.

Водночас, сучасна мережа спостережень державної системи моніторингу атмосферного повітря була створена у відповідності до старого ГОСТ 17.2.3.01-86 "Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов" [10]. Незважаючи на те, що Постановою КМУ №827 введено нові критерії та показники забруднення, аналіз поточних даних (станом на 2022 р.) більшості діючих пунктів спостереження вказує на відсутність змін. Таким чином, можна стверджувати, що вони продовжують функціонувати за старими правилами, що встановлювалися керівним документом є РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [11].

Зазначеними нормативними документами передбачається встановлення мережі пунктів спостережень, які за принципами організації проведення спостережень поділяються на:

Стаціонарні пункти – забезпечують регулярний відбір проб повітря або автоматизовану реєстрацію з метою визначення концентрації забруднювальних речовин. Характеризує повітря в конкретній точці.

Маршрутні пункти – призначений для регулярного відбору проб повітря за допомогою пересувної лабораторії. Характеризує повітря для певного району. Кожний маршрут розробляється окремо, напрямку руху та точки спостереження є незмінними. Діють два транскордонні пункти: “Світязь” (Волинська обл.), “Рава - Руська” (Львівська обл.).

Пересувний пункт (лабораторія) – призначений для відбору проб в межах території зони/агломерації, а також під димовим (газовим) факелом розсіювання з метою виявлення зони впливу конкретного джерела промислових викидів (використовують для санітарно-гігієнічної оцінки).

Правила розміщення стаціонарних пунктів спостереження

Порядок розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях визначено наказом МВС України від 21.04.2021 р., №300 [12], який регламентує мінімальну кількість пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Мінімальна кількість пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях, де фіксовані вимірювання вмісту забруднювальних речовин є єдиним джерелом інформації для оцінювання якості атмосферного повітря

Населення агломерації чи зони (тисяч чоловік)	Якщо максимальні концентрації перевищують верхній поріг оцінювання				Якщо рівень максимальних концентрацій знаходиться між верхнім та нижнім порогами оцінювання				Кількість пунктів спостережень для фіксованого вимірювання концентрацій озону		
	забруднювальна речовина, за винятком ТЧ	ТЧ (ТЧ ₁₀ + ТЧ _{2,5})	As, Cd, Ni	бенз(а) пірен	забруднювальна речовина, за винятком ТЧ	ТЧ (ТЧ ₁₀ + ТЧ _{2,5})	As, Cd, Ni	бенз(а) пірен	агломерації (міські та приміські)	інші зони (приміські та сільські)	сільські околиці
0 - 249	1	2	1	1	1	1	1	1	–	1	1 пункт на
250 - 499	2	3			1	2			1	2	50000 км ² як
500 - 749	2	3			1	2			2	2	середня
750 - 999	3	4	2	2	1	2	1	1	2	2	щільність по
1000 - 1499	4	6			2	3			3	3	всіх зонах та 1
1500 - 1999	5	7			2	3			3	4	пункт на
2000 - 2749	6	8	2	3	3	4	1	1	4	5	25000 км ² для
2750 - 3749	7	10			3	4			5	6	умов
3750 - 4749	8	11	3	4	3	6	2	2	один	один	складного
4750 - 5999	9	13	4	5	4	6	2	2	додатковий	додатковий	рельєфу
> 6000	10	15	5	5	4	7	2	2	пункт на 2 млн мешканців	пункт на 2 млн мешканців	

Під час вибору ділянок для розміщення пункту спостережень необхідно враховувати інформацію про основні джерела забруднення атмосферного повітря, їх розташування обсяги та склад викидів; топографічні та метеорологічні дані, що можуть впливати на особливості розсіювання забруднювальних речовин; статистичні відомості про щільність населення, інтенсивність найближчих транспортних потоків.

У разі відсутності для території зони/агломерації даних попереднього моніторингу якості атмосферного повітря для визначення місця розміщення пункту спостережень проводяться попередні скринінгові дослідження за допомогою пересувних лабораторій моніторингу та за результатами моделювання полів розсіювання максимальних концентрацій забруднювальних речовин.

Стаціонарні пункти спостережень повинні бути розташованими на відкритих, провітрюваних з усіх боків майданчиках з твердим покриттям, що запобігає утворенню пилу, віддалених від великих будівель та зелених насаджень. Місце розташування постів узгоджується з органами місцевого самоврядування, регіональним підрозділом Українського гідрометеорологічного центру та лабораторними центрами МОЗ. Переміщення стаціонарних пунктів не дозволяється і проводиться як виключення лише за умов погодження із зазначеними суб'єктами моніторингу.

В залежності від особливостей зони/агломерації та задачі моніторингу стаціонарні пункти спостережень поділяються на:

Міський фоновий – розміщений на території міста, де оцінюється вплив забруднювальних речовин на основну частину міського населення, наприклад, міські житлові райони. Повинен характеризувати відрізок вулиці довжиною не менше 100 м (на вміст діоксиду сірки, діоксиду азоту та оксидів азоту, ТЧ₁₀ та ТЧ_{2,5}, свинцю, бензолу та оксиду вуглецю).

Промисловий – розміщений у зоні впливу промислового об'єкта або підприємства. Повинен характеризувати приземне атмосферне повітря на ділянці не менше 250 x 250 м.

Транспортно-орієнтований – розміщений на відстані не менше ніж 25 м від перехрестя головних автомагістралей і не менше ніж 4 м від центру найближчої смуги руху транспортних засобів поблизу автомобільних магістралей. Повинен характеризувати атмосферне повітря прилеглої території площею не менше 200 м² (на вміст арсену, кадмію, ртуті, нікелю, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (бенз(а) пірену).

Приміський – розміщений у передмістях агломерацій або промислових міст. Повинен характеризувати площу території не менше кількох квадратних кілометрів .

Сільський фоновий – розміщений у сільській місцевості (неурбанізовані території) не ближче ніж за п'ять кілометрів від агломерації або промислових міст. Ця інформація є важливою для обґрунтування наявності збільшення рівнів у районах, в яких наявні джерела забруднення (таких як міська зона, промислово орієнтовані і транспортно-орієнтовані пункти моніторингу), для оцінки можливого забруднення від дальнього перенесення забруднювальних речовин, сприяння аналізу пропорційного розділення природних та антропогенних джерел і для розуміння джерел специфічних забрудників (таких як тверді частки). Також результати фонових спостережень є важливими для ефективного використання методів моделювання.

Пункт моніторингу стану природних екосистем та захисту рослинності – розміщений не більше ніж 20 км від агломерацій; більше ніж 5 км від зони забудови, промислових підприємств, автострад або головних доріг з рухом більше ніж 50000 транспортних засобів на день. Пункт спостережень розміщується таким чином, щоб відібрана проба повітря була репрезентативною щодо якості повітря на прилеглий території площею 1000 км²

Пункти спостережень для вимірювання концентрації озону залежно від типу пункту та мети спостережень розміщуються відповідно до таких умов:

Міський пункт спостережень за озоном – розміщується в житлових районах, парках (на відстані від дерев), на великих вулицях або майданах, де рух транспорту незначний або відсутній. Використовується для отримання інформації про вплив озону на міське населення.

Приміський пункт спостережень за озоном – розміщується на відстані від району максимальних викидів, за вітром відносно переважаючого напрямку вітру під час умов, які сприяють формуванню озону, та де населення або природні екосистеми знаходяться під впливом агломерації. Характеризує вплив озону на населення та природні екосистеми, які знаходяться в передмістях агломерацій.

Сільський пункт спостережень за озоном – розміщується в невеликих населених пунктах із напівприродними екосистемами (лісами або насадженнями), на відкритих ділянках місцевості якнайдалі від впливу промислових об'єктів та автошляхів.

Використовується для отримання інформації про вплив озону на населення та природні екосистеми.

Під час розміщення пунктів спостережень враховують технічні можливості для облаштування – доступність та відкритість ділянки, територіальне планування, наявність електроенергії і телефонних комунікацій, безпека населення, захист обладнання від пошкодження.

Правила проведення підфакельних спостережень

Для оцінки забруднення біля точкових джерел кількість пунктів відбору проб для фіксованих вимірювань обчислюється з урахуванням густоти викидів, ймовірної моделі розподілення забруднення в атмосферному повітрі та потенційного впливу на населення. Вимірювання проводяться не періодично, за вимогою громадян або при оцінці впливу підприємства на довкілля Державною екологічною інспекцією та/або Лабораторними центрами МОЗ.

Місце розташування точок відбору проб змінюється залежно від напрямку розсіювання факелу. Тому спостереження проводять за допомогою пересувного посту. В залежності від потужності викидів, висоти труби або розміру потенційної зони впливу відбір проб проводиться на відстанях 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15; 30 км. Вимірювання на кожній відстані проводять у трьох точках: по осі факелу, ліворуч та праворуч. При цьому використовують ручні методи відбору проб повітря для подальшого аналізу в лабораторії. Така процедура вибору точок відбору проб повітря зумовлена процесами розсіювання викидів, що призводить до формування максимальної приземної концентрації забруднювача на певній відстані від стаціонарного джерела забруднення (рис. 2.1).

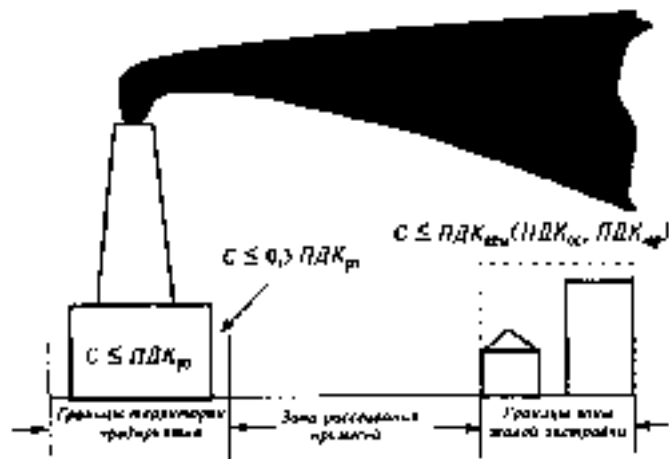


Рис. 2.1. Процеси розсіювання викидів від висотного стаціонарного джерела забруднення та санітарно-гігієнічні нормативи в різних зонах

Програма проведення спостережень та вимірювань

На стаціонарних та маршрутних пунктах вимірювання здійснюються за заздалегідь визначеною програмою, яка в залежності від особливостей режиму формування викидів та/або можливостей проводити спостереження може бути такою:

1. Повна програма спостережень: отримання інформації про разові та середньодобові концентрації шляхом щоденної безперервної реєстрації за допомогою автоматичних пристроїв або дискретно (у випадку застосування ручного методу відбору та аналізу) через рівні інтервали часу не менше 4-х разів на добу – о 1-й, 7-й, 13-й, 19-й годинах. Обрання саме таких періодів проведення вимірювань пов'язано з режимом роботи більшості підприємств. Початок вимірювань о 7-й ранку передуює початку роботи виробництва. Наступне вимірювання о 13-й годині відповідає виходу на максимальну потужність виробництва. Вимір у вечірній час о 19-й годині фіксує закінчення робочої

зміни, коли до атмосфери надійшов максимальний обсяг викидів. Вимірювання о 1-й ночі дозволяє оцінити процеси розсіювання викидів в атмосфері.

2. Неповна програма: отримання інформації про разові концентрації щоденно о 7-й, 13-й, 19-й годині.

3. Скорочена програма: отримання інформації про разові концентрації щодня о 7-й та 13-й годинах. Допускається проведення спостережень за скороченою програмою за умов, коли середньомісячні концентрації забруднювальних компонентів становлять 1/20 ГДК_{мр}.

Допускається проведення спостережень за змінним графіком: о 7-й, 10-й, 13-й годинах у вт, чт, сб та о 16-й, 19-й та 22-й годинах у пн, ср, пт. За виробничої необхідності допускається зміщення всіх спостережень на одну годину. Допускається скасовувати спостереження у вихідні та святкові дні.

Лише за повною програмою можливо отримати інформацію про середньодобові концентрації забруднювальних речовин. У період несприятливих метеорологічних умов або значного зростання концентрації забруднювачів спостереження проводять через кожні 3 години. Для отримання надійних результатів бажано застосувати автоматичні засоби вимірювання, що дозволяють отримувати результати безперервно через короткі проміжки часу протягом доби. Хоча в багатьох міста України продовжують використовувати ручні методи контролю забруднення атмосферного повітря (наприклад див.: https://ecoclubrivne.org/air_quality_monitoring_post/).

Постанова КМУ №827 2019 р. ввела у дію новий підхід щодо організації моніторингових спостережень шляхом диференціації п'яти режимів оцінювання якості атмосферного повітря:

Фіксовані вимірювання – проводяться на стаціонарних пунктах спостережень за забрудненням атмосферного повітря на постійній основі або шляхом випадкової вибірки в межах відповідної зони/агломерації для визначення рівнів забруднювальних речовин. Такі вимірювання проводять із застосуванням атестованих методик та приладів, що внесено до Реєстру затверджених типів засобів вимірювальної техніки (<http://legalzvt.kiev.ua/>), та які мають відносну похибку від 15% (для двоокису сірки, азоту, окису вуглецю, озону) до 25% (для ТЧ₁₀/ТЧ_{2,5}, бензолу, свинцю).

Індикативні вимірювання – інструментальні вимірювання, які відповідають менш суворим вимогам щодо якості даних, ніж вимоги до фіксованих вимірювань. В основу таких вимірювань покладені безперервні спостереження за концентрацією забруднювальних компонентів у повітрі за допомогою простих приладів, що мають відносну похибку від 25% (для двоокису сірки, азоту, оксиду вуглецю) до 50% (для ТЧ₁₀/ТЧ_{2,5}). Ці системи вирішують питання безперервності вимірювань та широкого охоплення території зони/агломерації, які не можуть бути вирішені за допомогою стаціонарних пунктів спостереження за якістю атмосферного повітря.

Комбіноване оцінювання – поєднання фіксованих вимірювань та методу моделювання або індикативних вимірювань. Застосовується за умов відсутності регулярних фіксованих вимірювань.

Моделювання – методи математичного прогнозування та комп'ютерної обробки інформації, що базуються на масивах даних для даної зони/агломерації за останні роки. Єдиною офіційно затвердженою в Україні методикою математичного моделювання розсіювання забруднювальних речовин в приземному шарі повітря від окремого джерела викидів або їх групи є ОНД-86 (Общесоюзный нормативный документ «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» від 04 серпня 1986 р.) [13]. Проте, ця методика не передбачає проведення прогностичної оцінки забруднення повітря на великих територіях. Запропоновано низку математичних моделей різного ступеню складності та прогностичності. Серед найбільш поширених моделей можна виділити такі: Гаусса, SOSE, TAPM, SILAM. Більш докладно з цими методиками можна ознайомитися за посиланням [14].

Об'єктивне оцінювання – математичні методи для обчислення концентрацій на основі масиву даних, виміряних в інших місцях та/або в інший час. Використовується для однотипних зон/агломерацій, для яких відсутня інформація за попередні роки. Цей метод оцінювання є найменш точним і використовується на перших етапах моніторингу якості атмосферного повітря.

Зазначені методи повинні застосовуватися одночасно і доповнювати один одного. У зонах/агломераціях для оцінки якості атмосферного повітря застосовується режим фіксованих вимірювань. Проте стаціонарні пункти спостережень не здатні (та й не повинні) охоплювати всю територію. Тому з метою отримання інформації щодо територіального розподілу рівнів забруднення атмосферного повітря фіксовані вимірювання доповнюють методами моделювання або індикативними вимірюваннями.

Для оптимізації мережі стаціонарних пунктів спостережень (неможливо охопити рівномірно всю територію країни) та обрання відповідної програми режиму оцінювання (неможливо скрізь вимірювати всі забруднювальні компоненти) запроваджено диференційовані критерії, що ґрунтуються на величині **порогу оцінювання**. Режим оцінювання встановлюється залежно від рівня забруднення атмосферного повітря відносно порогів оцінювання (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Пороги оцінювання для забруднювальних компонентів, за якими проводиться моніторинг атмосферного повітря

Поріг оцінювання	Охорона здоров'я		Захист рослинності
Діоксид сірки			
Верхній поріг оцінювання, мкг/ м ³	75 не має бути перевищено понад три рази на рік		12
Нижній поріг оцінювання, мкг/ м ³	50 не має бути перевищено понад три рази на рік		8
Діоксид азоту та оксиди азоту (NO _x)			
	Щодинна гранична величина для захисту здоров'я людини (NO ₂)	Щорічна гранична величина для захисту здоров'я людини (NO ₂)	Щорічний критичний рівень для захисту рослинної та природної екосистем (NO ₂)
Верхній поріг оцінювання, мкг/ м ³	140 не має бути перевищено понад 18 разів протягом року	32	24
Нижній поріг оцінювання, мкг/ м ³	100 не має бути перевищено понад 18 разів протягом року	26	19,5
Тверді частки (ТЧ ₁₀ /ТЧ _{2,5})			
	Середнє значення ТЧ ₁₀ за 24 години	Середнє значення ТЧ ₁₀ на рік	Середнє значення ТЧ _{2,5} на рік

Верхній поріг оцінювання, мкг/м ³	35 не має бути перевищено понад 35 разів протягом року		28			17	
Нижній поріг оцінювання, мкг/м ³	25 не має бути перевищено більше 35 разів протягом року		20			12	
	Оксид вуглецю	Бензол	Свинець	Арсен	Кадмій	Нікель	Бенз(а)п ірен
Верхній поріг оцінювання	7 мг/м ³	3,5 мкг/м ³	3,5 мкг/м ³	3,6 нг/м ³	3,0 нг/м ³	14 нг/м ³	0,6 нг/м ³
Нижній поріг оцінювання	5 мг/м ³	2,0 мкг/м ³	2,0 мкг/м ³	2,4 нг/м ³	2,0 нг/м ³	10 нг/м ³	0,4 нг/м ³

Верхній поріг оцінювання – рівень забруднювальної речовини, за перевищення якого використовують виключно режим фіксованих вимірювань. Якщо за попередні п'ять років спостережень концентрація забруднювальної величини є нижчою за верхній поріг, але перевищує нижчий поріг оцінювання, то використовують комбінацію фіксованих вимірювань і методів моделювання або індикативних вимірювань. Поріг оцінювання вважається перевищеним, якщо його було перевищено щонайменше протягом трьох років з п'яти.

Нижній поріг оцінювання – рівень забруднювальної речовини, нижче якого для оцінювання якості атмосферного повітря використовують методи моделювання або об'єктивної оцінки.

Режим оцінювання для кожної зони та агломерації переглядається кожні п'ять років та визначається у програмі державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Режим оцінювання, крім режиму фіксованих вимірювань, може бути переглянутий раніше за рішенням органів управління якістю атмосферного повітря за умов посилення режиму оцінювання. Наприклад, методи моделювання та об'єктивне оцінювання замінюється на режим комбінованого оцінювання, або режим комбінованого оцінювання замінюється на режим фіксованих вимірювань.

У випадку застосування режиму фіксованого оцінювання Директивою ЄС 2008/50 чітко встановлено мінімальну кількість стаціонарних пунктів спостережень для оцінки відповідності граничним величинам для захисту людського здоров'я і критичних порогів відповідно чисельності населення зони/агломерації (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Критерії визначення мінімальної кількості стаціонарних пунктів спостережень фіксованих вимірювань концентрацій забруднювальних компонентів

Чисельність населення, тис.	Якщо максимальні концентрації перевищують верхній поріг оцінювання ⁽¹⁾		Якщо рівень максимальних концентрацій знаходиться між верхнім та нижнім порогоми оцінювання	
	Забрудники (за винятком ТЧ)	Сума ТЧ ₁₀ та ТЧ _{2,5}	Забрудники (за винятком ТЧ)	Сума ТЧ ₁₀ та ТЧ _{2,5}

< 249	1	2	1	1
250-499	2	3	1	2
500-749	2	3	1	2
750-999	3	4	1	2
1 000-1 499	4	6	2	3
1 500-1 999	5	7	2	3
2 000-2 749	6	8	3	4
2 750-3 749	7	10	3	4
3 750-4 749	8	11	3	6
4 750-5 999	9	13	4	6
> 6 000	10	15	4	7

В Києві станом на кінець 2021 р. функціонує 16 стаціонарних пунктів спостережень, що відповідає вимогам Директиви ЄС 2008/50 у розрахунку на 3 млн. населення.

З метою оцінки відповідності критичним рівням захисту рослинності за межами агломерацій встановлюється мінімальна кількість стаціонарних пунктів спостережень для фіксованих вимірювань:

Якщо максимальні концентрації перевищують верхній поріг оцінювання – 1 станція на кожні 20 000 км²;

Якщо рівень максимальних концентрацій знаходиться між верхнім та нижнім порогами оцінювання – 1 станція на кожні 40 000 км².

2.2 Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря

Відповідно до Постанови КМУ №827 2019 р. для кожної зони та агломерації здійснення моніторингу атмосферного повітря затверджується програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря за формою, що встановлює Міндовкілля. Програми розробляють органи управління якістю атмосферного повітря зон та агломерацій. Такими органами призначено департаменти (управління) екології та природних ресурсів облдержадміністрацій, Київської державної адміністрації та відповідні управління міських рад. Органи управління якістю атмосферного повітря до 1 жовтня останнього року дії чинних програм подають для погодження Міндовкіллю розроблені програми разом з висновком комісії з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації. Міндовкілля з урахуванням висновку Міжвідомчої комісії з питань здійснення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря (створена 20.04.2021 р. Наказом Міндовкілля №261) у тримісячний термін погоджує програму або надає рекомендації щодо приведення їх у відповідність із законодавством про охорону атмосферного повітря та єдиними методичними вимогами у сфері державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Після опрацювання рекомендацій, органи управління якістю атмосферного повітря подають

програми Міндовкілля на повторне погодження. Після отримання погодження Міндовкілля програми подаються на затвердження до органу виконавчої влади відповідної зони або агломерації. Термін дії програми – 5 років.

На території України для цілей здійснення моніторингу атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря встановлено **25 зон**, що відповідають адміністративно-територіальному устрою (області), та **24 агломерації** (територія з населенням понад 250 тис. осіб) – відповідають великим обласним центрам (Вінниця, Дніпро, Донецьк, Житомир, Запоріжжя, Київ, Кривий Ріг, Луганськ, Львів, Миколаїв, Одеса, Полтава, Сімферополь, Суми, Харків, Херсон, Хмельницький, Черкаси, Чернівці, Чернігів, Івано-Франківськ) та великим містам (Макиївка, Горлівка, Маріуполь, Севастополь).

Наказом Міндовкілля України від 25.02.2021 № 147 «Про затвердження форми Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря» [15] затверджено форму Програми. Програма включає наступне:

I. Загальні положення.

1. Орган управління якістю атмосферного повітря (підстави та дата створення, структура інформаційно-аналітичної системи (веб-сайт даних про якість атмосферного повітря)).

2. Коротка характеристика стану довкілля зони (агломерації) – площа, демографічні показники населення, фізико-географічні параметри.

II. Інформація про забруднення атмосферного повітря.

1. Джерела забруднення атмосферного повітря за попередні 5 років спостережень (загальна кількість підприємств, що здійснюють викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, з них – які мають дозволи на викиди за групами, кількість зареєстрованих транспортних засобів, протяжність автомобільних доріг, інші джерела забруднення, у тому числі природні).

2. Інформація про забруднення атмосферного повітря за попередні 5 років спостережень за окремими забруднювальними компонентами, загальні обсяги валового викиду, окремо – від пересувних джерел.

III. Діюча система моніторингу стану атмосферного повітря (на момент затвердження програми).

1. Мережа спостережень за станом атмосферного повітря (місце розташування пункту, належність пункту до організації, дата введення в експлуатацію, перелік забруднювачів та програма спостережень, метод оцінювання, дані щодо сертифікації обладнання та процедури повірки).

2. Мережа пунктів спостережень за станом атмосферних опадів.

3. Лабораторно-аналітичний комплекс (юридичний статус, форма власності, установа (організація, якій належить лабораторно-аналітичний комплекс /підпорядкування), перелік основного обладнання та приладів, що використовуються для проведення аналізів, дані щодо сертифікації обладнання та приладів, переліки забруднювальних речовин, методи аналізу та верифікації даних).

4. Система оприлюднення інформації (суб'єкт забезпечення, періодичність оприлюднення).

IV. Система державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря з врахуванням розвитку відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 827.

1. Аналіз якості атмосферного повітря та вибір режимів спостережень.

1.1. Попередня оцінка просторового розподілу концентрацій забруднювальних речовин станом на момент затвердження програми.

1.2. Встановлений режим оцінювання в зоні/агломерації.

2. Проектування мережі спостережень та оцінювання з розміщенням та кількістю пунктів спостереження та методами оцінювання.

V. Інформація про заплановані заходи щодо модернізації мережі спостережень.

Розділ II містить узагальнену інформацію про поточний стан забруднення атмосферного повітря та джерела забруднення за останні 5 років. Зрозуміло, що до запровадження нової програми моніторингу, інформація про поточний стан базується на попередніх нормативних документах і не враховує зміни, запроваджені Постановою КМУ №827. Проте перелік забруднювачів у формі програми, затвердженій Міндовкілля, не відповідає Додатку 2 «Перелік забруднювальних речовин, щодо яких здійснюється оцінювання, пороги оцінювання, граничні величини та інші рівні забруднювальних речовин, за якими проводиться оцінка якості атмосферного повітря» Постанови КМУ №827! По-перше, він не містить повного переліку. По-друге, містить забруднювальний компонент «пил». Головне, що в таблиці 1.2. «Встановлений режим оцінювання в зоні/агломерації», де обґрунтовується проведення вимірювань окремих забруднювальних речовин та режим їх оцінювання, використовуються результати поточного моніторингу забруднення атмосферного повітря, які не містять дані за деякими забруднювачам (найчастіше за ТЧ₁₀ та ТЧ_{2,5}, озон та бенз(а)піреном). Таким чином, розробники програми часто не включають при проектуванні мережі спостережень та оцінювання такі важливі забруднювальні речовини.

Перелік забруднювальних речовин та зміст їх оцінювання

Перелік забруднювальних речовин, щодо яких здійснюється вимірювання та/або оцінювання, визначений Постановою КМУ від 29.11.2001 р. №1598 [16] та Постановою КМУ від 14.08.2019 № 827. Остання значно змінила принципи та критерії оцінювання відповідно до Директиви 2008/50/ЄС) та визначає два списки – список А та Б.

Список А (Додаток 2 до Постанови КМУ №827 2019 р.) містить обов'язковий перелік забруднювальних речовин, щодо яких проводяться оцінювання, та включає 13 забруднювальних речовин для атмосферного повітря (діоксид сірки, діоксид азоту та оксиди азоту, бензол, оксид вуглецю, свинець, тверді частки ТЧ₁₀ та ТЧ_{2,5}, арсен, кадмій, ртуть, нікель, бенз(а)пірен (разом з бенз(а)траценом, бензо(б)флуорантен, індено(1,2,3-сd)пірен, дибенз(а,h)антрацен), озон. Також Додатком 2 встановлено перелік 10 забруднювальних компонентів (іони амонію, калію, кальцію, магнію, натрію, нітрат-іон, сульфат-іон, хлорид-іон, гідрокарбонат-іон та 2 нормативні показники (загальна кислотність та рН) для атмосферних опадів.

Список Б (Додаток 2 до Постанови КМУ №827 2019 р.) містить додатковий перелік забруднювальних речовин, оцінювання яких встановлюється у окремих зонах/агломераціях, в яких функціонують специфічні джерела забруднення. Також, окремі підприємства, установи, організації, діяльність яких супроводжується специфічними за складом викидами до атмосфери. Цей перелік містить 20 компонентів: аміак, анілін, водень хлористий, водень ціаністий, залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо), кислота азотна, кислота сірчана, ксилол, леткі органічні сполуки (1-бутен; 1-пентен; 1,2,3-триметилбензол; 1,2,4-триметилбензол; 1,3-бутадієн; 1,3,5-триметилбензол; 2-пентен; ацетилен; бензол; етан; етилбензол; етилен; загальна кількість вуглеводнів, які не належать до гомологічного ряду метану; і-бутан; і-гексан; ізопрен; і-октан; і-пентан; м+п-ксилол; н-бутан; н-гексан; н-гептан; н-октан; н-пентан; о-ксилол; пропан; пропен; толуол; транс-2-бутен; формальдегід; цис-2-бутен), марганець та його сполуки (у перерахунку на діоксид марганцю), мідь та її сполуки (у перерахунку на мідь), сажа, сірководень, сірковуглець, фенол, фтористий водень, хлор, хлоранілін, хром та його сполуки (у перерахунку на хром), цинк та його сполуки (у перерахунку на цинк).

Таким чином, обидва переліки охоплюють основні маркерні забруднювачі, концентрація яких слугує для оцінки якості атмосферного повітря. Підприємства та організації, діяльність яких супроводжується викидами в атмосферне повітря, зобов'язані проводити вимірювання всіх складових викидів, у тому числі і парникових газів.

Критерії оцінки якості атмосферного повітря

Введення у дію Постанови КМУ №827 2019 року призвело до концептуальної зміни принципів нормування якості атмосферного повітря. Як вже було зазначено на початку розділу, стара Постанова КМУ від 09.03.1999 р. №343 [3] передбачала отримання, збирання, оброблення, збереження та аналіз інформації про **рівень забруднення атмосферного повітря**. Слід зазначити, що в юридичній літературі поняття «забруднення атмосферного повітря» не має однозначного трактування. Найбільш загальноправовим визначенням забруднення атмосферного повітря слід розуміти *протиправне насичення атмосферного повітря, як правило, для нього не характерними фізичними, хімічними або біологічними агентами або перевищення внаслідок людської протиправної діяльності на конкретний момент природного рівня (в межах крайніх коливань) концентрацій, викидів, впливів, перелічених агентів у атмосферному повітрі (що змінює природні властивості та склад атмосферного повітря), що справляють шкідливий вплив на людину, флору і фауну, або тягнуть за собою часткову або повну непридатність цього природного об'єкта для використання* [17]. До 2019 р. в Україні єдиною діючою системою якості атмосферного повітря були санітарно-гігієнічні нормативи концентрації забруднювальних речовин – гранично допустимі концентрації (ГДК). Основним документом, який унормовував ці нормативи є Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» від 14.01.2020 № 52 [18], який встановлює максимально разові (ГДК_{мр}) та середньодобові (ГДК_{сд}) гранично допустимі концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Такі нормативи є єдиними для всієї території України і на даний час містять ГДК для 516 та орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) для 1222 компонентів. Це перелік містить найбільше число забруднювальних речовин.

З точки зору санітарно-гігієнічного нормування якості атмосферного повітря у нормативній базі законодавства України виділяють три рівня ГДК:

ГДК_{сд} – середньодобова, концентрація компоненту у повітрі, що при цілодобовому вдиханні людиною не справляє на неї прямого та опосередкованого шкідливого впливу (включаючи загально токсичний, мутагенний та канцерогенний вплив). Це найсуворіший норматив, оскільки регламентує якість повітря для всього населення.

ГДК_{мр} – максимальна разова, відповідає дії протягом 20-30 хв. на людину. Її перевищення призводить до появи рефлекторних реакцій (відчуття запаху, подразнення верхніх дихальних шляхів та слизових оболонок очей).

ГДК_{рз} – робочої зони, концентрація компоненту, яка при вдиханні протягом 8 годин не призводить до погіршення стану здоров'я у віддалені періоди. Це спеціальний норматив, який регламентує умови праці.

Проте, зазначений документ не встановлює нормативів для таких забруднювальних компонентів, як ТЧ₁₀ та ТЧ_{2,5}, оцінювання яких передбачено Постановою КМУ №827 2019 р. Також, слід пам'ятати, що санітарно-гігієнічні нормативи – це ГДК хімічних речовин та мікроорганізмів або гранично допустимі рівні (ГДР) фізичних факторів у навколишньому середовищі, які ще не викликають шкідливого впливу на організм людини в даний момент або у віддаленому часі на здоров'я наступних поколінь. Таким чином, ГДК не можуть виступати екологічними нормативами забруднення атмосферного повітря та спрямовані на збереження здоров'я людини.

Постановою КМУ №827 2019 р. вводиться у законодавчу практику новий термін – **гранична величина (ГВ) – рівень забруднювальної речовини, встановлений з метою уникнення, попередження чи зменшення шкідливих впливів на здоров'я людини та/або на навколишнє природне середовище в цілому**. Таким чином, вперше на державному рівні встановлено **екологічні нормативи якості атмосферного повітря**, які покликані виступати критерієм забруднення як для атмосферного повітря місць проживання людини, так і природних екосистем (зверніть увагу на сполучник «або!»).

Крім того, змінюється принцип усереднення величин вимірів для окремих забруднювачів. Існуючі та затверджені в Україні принципи усереднення, що реалізовано у розрахункових програмних комплексах (наприклад ЕОЛ-2000), передбачають розрахунок концентрації забруднювальної речовини за 20-хв період, що передбачено «Методикою розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД-86» [13]. Таким чином, середньодобові величини отримуються шляхом усереднення 4-х 20-хв вимірів за повною програмою спостережень. Застосування автоматичних засобів вимірювання, що дозволяють отримувати результати безперервно через короткі проміжки часу протягом доби, даною методикою не передбачено. У більшості країн також прийнято по два нормативи для більшості забруднювальних речовин, але період усереднення там більший і передбачає два періоди: середньорічний та середньодобовий. Такі періоди усереднення дозволяють контролювати і попереджати хронічну дію речовин. Прийнятий в Україні середньодобовий норматив ГДКсд, з одного боку, є значно жорсткішим порівняно з аналогічними закордонними критеріями, а з іншого – не розкриває особливості формування забруднення атмосферного повітря [19].

Запровадження нових принципів організації моніторингу атмосферного повітря передбачає три періоди усереднення: **одна година** (для небезпечних для здоров'я людини забруднювачів – діоксид сірки, оксиди азоту, озон), **доба, календарний рік**. Крім того, для оксиду вуглецю та озону встановлюється додатковий період усереднення – **максимальне денне восьмигодинне середнє значення** – обирається шляхом дослідження середніх показників за вісім годин, які обчислюються з погодинних даних і оновлюються щогодини. Кожен середній показник за вісім годин, обчислений таким чином, повинен представляти день, у який він закінчується, тобто перший період обчислення протягом будь-якого одного дня буде періодом з 17:00 у попередній день до 01:00 того дня; останній період обчислення протягом будь-якого дня буде періодом з 16:00 до 24:00 дня.

Наприклад, для забруднювального компоненту ТЧ₁₀ передбачено два періоди усереднення: доба та календарний рік. Для добової величини граничний рівень встановлено як 50 мкг/м³. Причому гранична величина не повинна бути перевищена більше, ніж 35 разів протягом календарного року. Для періоду усереднення «календарний рік» граничною величиною є 40 мкг /м³.

Такі періоди усереднення дозволяють уникати впливу випадкових раптових аномально високих величин вимірів, які можуть бути наслідком як залпових викидів, так і проявом специфічних атмосферних явищ. Крім того, різноманіття періодів усереднення дозволяє оцінювати якість атмосферного повітря за наявності як автоматизованих засобів вимірювання, так і ручних методів відбору проб повітря. Водночас такі граничні рівні не дозволяють оцінювати окремі поодинокі виміри, які характеризують поточну концентрацію забруднювального компоненту в повітрі (наприклад, ви тримаєте в руках газоаналізатор і бачите на табло величину концентрації). Тому в Україні на практиці з метою характеристики якості атмосферного повітря продовжують використовувати санітарно-гігієнічні нормативи ГДКсд. Наприклад, Розділ VI. «Оцінка впливу на якість атмосферного повітря» Загальних методичних рекомендацій щодо змісту та порядку складання звітів з оцінки впливу на довкілля (Наказ Міндовкілля від 15.03.2021 р. №193) [20] передбачає характеристику поточного стану (фонову якість) атмосферного повітря шляхом оцінювання фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі на території у зоні впливу об'єкта (планованої діяльності) та їх порівняння зі встановленими нормативами якості атмосферного повітря – ГДК та ОБРВ хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць.

У таблиці 2.4 проведено порівняння екологічних та санітарно-гігієнічних нормативів, де гранична величина для періоду усереднення одна година відповідає величині ГДК_{мр} (відповідає дії протягом 20-30 хв. на людину). Для граничних величин з періодом усереднення одна доба співставною є величина санітарно-гігієнічних нормативів

ГДКсд (цілодобове вдихання людиною). Співставлення даних величин показує, що для таких забруднювальних компонентів повітря як діоксид азоту NO_2 гранична величина з періодом усереднення одна година чітко відповідає величині ГДКмр і становить 200 мкг/м^3 , для граничної величини з періодом усереднення одна доба – величині ГДКсд і становить 40 мкг/м^3 . Це відображає однаковий ризик даного забруднювача як для організму людини, так і для природних об'єктів. Для діоксиду сірки SO_2 гранична величина з періодом усереднення одна година є у 1,4 рази меншою за величину ГДКмр і становить відповідно 350 та 500 мкг/м^3 . Водночас гранична величина з періодом усереднення одна доба у 3 рази є вищою за ГДКсд і становить відповідно 125 та 50 мкг/м^3 . Це відображає значну стійкість людини до короткочасної дії SO_2 , оскільки поріг відчуття стійкого запаху сірки (власне запах сірки це і є наявність у повітрі її діоксиду SO_2) знаходиться на рівні 200 мкг/м^3 [21]. Цю сполуку здавна використовують як консервант, зокрема у виноробстві. Проте природні екосистеми є надзвичайно чутливими до наявності діоксиду сірки SO_2 у повітрі, особливо хвойні рослини. Тому граничні величини знаходяться у порівняно вузькому діапазоні: від 120 мкг/м^3 для середньодобової граничної величини до 350 мкг/м^3 для середньогодинної граничної величини.

Таблиця 2.4. Граничні величини забруднювальних речовин та компонентів та їх порівняння з санітарно-гігієнічними нормативами

(приведено до розмірності мкг/м^3 , традиційно в санітарно-гігієнічному нормуванні використовують розмірність мг/м^3)

Забруднювальний компонент	Період усереднення	Гранична величина, мкг/м^3	Санітарно-гігієнічні нормативи, мкг/м^3
Діоксид сірки (SO_2)	година	350	500 ГДКмр
	доба	125	50 ГДКсд
Діоксид азоту та оксиди азоту (NO_2 та NO_x)	година	200	200 ГДКмр
	доба	40	40 ГДКсд
Оксид вуглецю (CO)	максимальне денне 8-год. середнє	10000	300 ГДКсд
Тверді частинки (TЧ_{10})	доба	50	500 ГДКмр за показником «недиференційований за складом пил»
	рік	40	150 ГДКсд за показником «недиференційований за складом пил»
Тверді частинки ($\text{TЧ}_{2,5}$)	рік	25	50 ГДКсд За показником «пил неорганічний $\text{SiO}_2 >70\%$ »
Бензол	рік	5	100 ГДКсд
Свинець (Pb)	рік	0,5	0,3 ГДКсд
Арсен (As)	рік	0,006	3 ГДКсд
Кадмій (Cd)	рік	0,005	0,3 ГДКсд
Нікель (Ni)	рік	0,02	1 ГДКсд
Бенз(а)пірен	рік	0,001	1 ГДКсд
Озон (O_3)	максимальне денне 8-год. середнє (охорона здоров'я)	120	30 ГДКсд 160 ГДКмр

	травень – липень (охорона рослинності)	АОТ40 (розраховується із значень за одну годину) середнє щогодинне значення за п'ять років	
--	----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Ще більш виражена відмінність чутливості організму людини та компонентів природних екосистем характерна для оксиду вуглецю CO, де середня 8-ми годинна гранична величина (10000 мкг/м^3) у 33 рази є вищою, ніж встановлений санітарно-гігієнічний норматив ГДКсд (300 мкг/м^3). Це пов'язано зі значною токсичністю для людини цього безкольорового газу без запаху (*характерний чадний запах у приміщеннях з пічним опаленням зумовлений продуктами піролізу деревини – дьогтю, що містить складну суміш ароматичних сполук – бензол, ксилол, крезол, толуол, гваякол, фенол. Чадний газ, що може утворюватися внаслідок неповного згорання природного газу, на жаль, не має запаху*). Його токсичність пов'язана зі здатністю утворювати міцну сполуку з гемоглобіном еритроцитів крові, внаслідок чого вони не здатні переносити кисень. Для більшості інших живих організмів цей газ не становить загрози отруєння. Цей газ постійно утворюється у ґрунті внаслідок процесів абіотичного окислення органічних речовин та мікробіологічних процесів мінералізації органічних речовин ґрунту. Тому всі ґрунтові організми, у тому числі і ссавці, є надзвичайно стійкими до високої концентрації оксиду вуглецю CO [22].

Для пилу та аерозолів граничні величини ТЧ₁₀ та ТЧ_{2,5} є значно вищими (у 2-10 разів), ніж санітарно-гігієнічні нормативи. Незважаючи на доведену високу небезпеку твердих частинок у повітрі (особливо ТЧ_{2,5}) для здоров'я людини, пил та аерозолі є ще більш небезпечними для рослинності. Як це не дивно, дихальні шляхи людини достатньо добре захищена від пилу у порівнянні з іншими приматами (великий ніс, це перш за все захист від пилу в умовах савани). У той же час рослини, які мають величезну площу поверхні листків, не мають ефективного захисту від пилу, що осідає на поверхню або проникає через продиhi. Тому запиленість повітря негативно впливає на рослини в урбоекосистемах [23, 24]. Причому можна бачити, що для крупнодисперсного пилу ТЧ₁₀ різниця між граничними величинами та санітарно-гігієнічними ГДК є значно більшою (50 мкг/м^3 та 500 мкг/м^3 для короткочасного періоду усереднення, та 40 мкг/м^3 та 150 мкг/м^3 для довготривалого періоду усереднення), ніж для дрібнодисперсних часток ТЧ_{2,5} (25 мкг/м^3 та 50 мкг/м^3 відповідно).

Ще більш вираженими відмінностями між граничними величинами та санітарно-гігієнічними нормативами характеризуються такі високотоксичні забруднювачі як бензол, арсен, кадмій, нікель та бенз(а)пирен, коли санітарно-гігієнічні ГДК перевищують у 20-1000 разів граничну величину екологічних нормативів.

Окрема процедура визначення нормативів забруднення атмосферного повітря встановлена для озону O₃. Тут чітко визначено два критерії наслідків забруднення – для здоров'я людини та впливу на рослинність (АОТ40). Критерій охорони здоров'я людини (120 мкг/м^3) в цілому відповідає діапазону санітарно-гігієнічних нормативів – ГДКсд 30 мкг/м^3 – ГДКмр 160 мкг/м^3 . Для оцінки небезпеки впливу на наземні рослини використовують індекс АОТ40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb), що оцінює накопичений вплив повітря з концентрацією озону понад 80 мкг/м^3 (або 40 ppb), що є критичною для трав'янистих рослин (оцінено для сільськогосподарських культур, головним чином – для пшениці [25]). Індекс АОТ40 розраховується як сума за рік різниці значень погодинних концентрацій, що перевищують 80 мкг/м^3 , виміряних у часовому проміжку між 8:00 і 20:00 годинами (за центральноєвропейським часом CET) $\text{АОТ40} = \int \max(\text{O}_3 - 80 \text{ мкг/м}^3) dt$. Часовий проміжок охоплює період світлового дня, оскільки процес синтезу озону є фотохімічним і відбувається за циклом Чепмена. Саме в період

найбільш інтенсивного сонячного світла спостерігаються найвища концентрація озону (рис. 2.2).

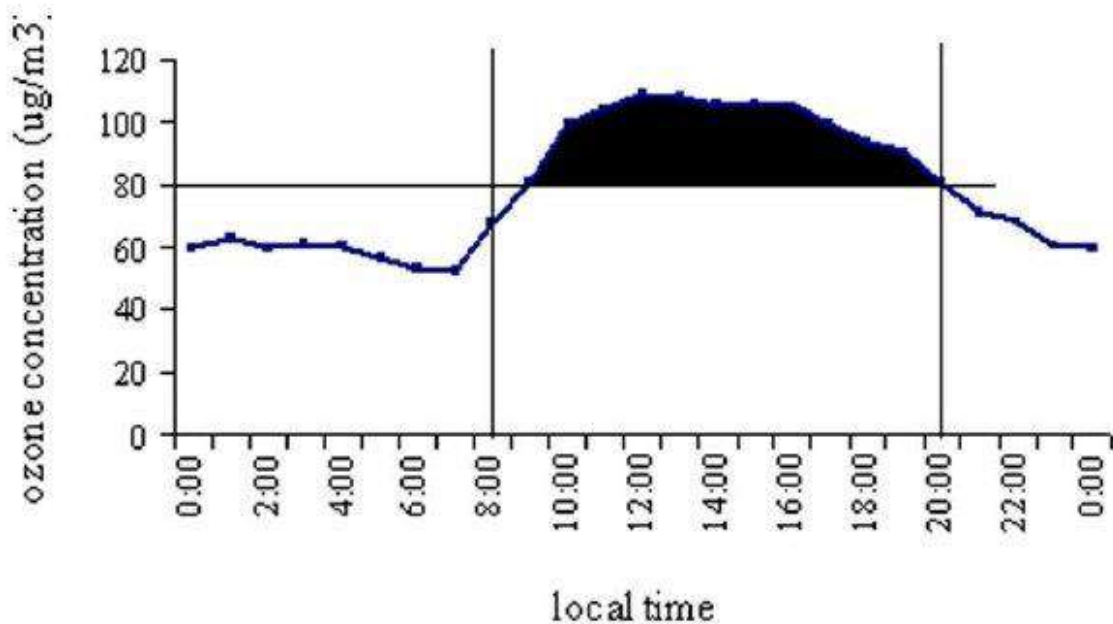


Рис. 2.2. Динаміка концентрації озону протягом доби [26]

Зазначені граничні рівні становлять загрозу для природних екосистем за умов тривалого хронічного впливу. Проте для контролю небезпечних рівнів забруднення, які можуть протягом короткого часу спричинити негативні наслідки для екосистем (перш за все – ураження рослин), встановлено окремий норматив: **критичний рівень** – рівень забруднювальної речовини, у разі перевищення якого можуть виникати прямі несприятливі впливи на об'єкти навколишнього природного середовища (дерева, інші рослини чи природні екосистеми, але не на людину). Критичні рівні визначено для двох забруднювальних сполук – діоксиду сірки (SO₂) та діоксиду азоту (NO₂) (табл. 2.5). Можна бачити, що величина критичного рівня є значно нижчою (тобто суворішою), ніж гранична величина та, навіть, санітарно-гігієнічний норматив ГДКсд.

Таблиця 2.5. Критичні рівні забруднювальних речовин та їх порівняння з граничною величиною та санітарно-гігієнічними нормативами

Забруднювальна речовина	Період усереднення	Критичний рівень, мкг/м ³	Гранична величина, мкг/м ³	Санітарно-гігієнічні норматив ГДКсд, мкг/м ³
Діоксид сірки	1 рік 31 березня - 1 жовтня	20	350	50
Оксиди азоту	1 рік	30	200	40

Оскільки моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря проводиться також з метою інформування населення про якість атмосферного повітря та наслідки впливу його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення Постановою КМУ №827 2019 р.

введено додаткові критерії – поріг небезпеки та інформаційний поріг, які спрямовано саме на виконання цього завдання (табл. 2.6). **Поріг небезпеки** – рівень забруднювальної речовини, перевищення якого пов'язане з ризиком для здоров'я людини від короточасного впливу. У разі перевищення порогу органи управління якістю атмосферного повітря повинні вживати заходів, що повинні бути здійснені в найкоротші строки для зменшення ризику чи тривалості такого перевищення. Поріг небезпеки встановлено для 3-х забруднювальних компонентів: діоксиду сірки (SO_2), діоксиду азоту (NO_2) та озону (O_3). Для озону також встановлено **інформаційний поріг** – перевищення концентрації пов'язане з ризиком для здоров'я людини від короточасного впливу на вразливі групи населення. Інформаційний поріг для озону введено у зв'язку із запізненням надходження інформації про перевищення порогу небезпеки, що визначається як середня концентрація за 8 годин спостережень і не дозволяє оперативно повідомити населення про небезпеку.

Таблиця 2.6. Поріг небезпеки та інформаційний поріг забруднювальних речовин та їх порівняння з граничною величиною та санітарно-гігієнічними нормативами

Забруднювальна речовина	Період усереднення	Поріг небезпеки, мкг/м^3	Гранична величина, мкг/м^3	Санітарно-гігієнічні норматив ГДК _{мр} , мкг/м^3
Діоксид сірки (SO_2)	3 послідовні год.	500	350	500
Діоксид азоту (NO_2)	3 послідовні год.	400	200	400
Озон (O_3)	максимальне денне 8-год. середнє	Поріг небезпеки/ 240	120	160
	3 послідовні год.	Інформаційний поріг/ 180		

2.3 Методи відбору та аналізу атмосферного повітря

Незважаючи на наявність п'яти режимів оцінювання якості атмосферного повітря (фіксовані, індикативні, об'єктивні вимірювання, комбіноване оцінювання та моделювання), які дозволяють застосовувати різні методи, основна інформація про стан повітря надходить в результаті проведення фіксованих вимірювань.

В Україні розроблено та виготовляється низка комплексних систем вимірювання забруднення атмосферного повітря. Основною та найпоширенішою є вимірювально-інформаційна система стаціонарного пункту спостережень Атмосфера-10 (ПрАТ «Украналіт», Київ). В Києві працює 16 таких стаціонарних пунктів. Атмосфера-10 забезпечує вимірювання 4-х забруднювальних речовин (NO_2 , NO , SO_2 , CO) за допомогою автоматичних газоаналізаторів, контроль метеорологічних параметрів атмосфери, передачу даних через модеми GSM/GPRS, накопичення контрольно-вимірювальної інформації та її збереження протягом 5 років. Крім того відбувається розрахунок за кожні 20 хв. середніх величин концентрації забруднювальних речовин та метеорологічних параметрів, формуються зведені дані за добу. Також пункт забезпечує можливість ручного відбору зразків повітря для визначення в умовах лабораторії масової концентрації пилу, бенз(а)пирену, свинцю та формальдегіду. Пункт монтується у павільйоні розміром не

більше 2950×2350×2600 мм, стіни якого є термоізованими. Приміщення павільйону забезпечено кондиціонером для формування сталих умов вимірювання.

У більшості міст України з 1980-х років продовжують працювати (хоч і модернізовані) стаціонарні пункти спостережень «Пост-1» та «Пост-2». Принципових відмінностей від пункту Атмосфера-10 в їх компонуванні не має. Перелік забруднювальних компонентів є аналогічним. Незважаючи на оновлення обладнання, зазначені стаціонарні пункти є концептуально застарілими, оскільки не здатні проводити автоматичне вимірювання O_3 , $TЧ_{10}$ та $TЧ_{2,5}$, що вимагає Постанова КМУ №827 2019 р.

Водночас є досвід встановлення сучасних європейських автоматичних систем вимірювання забруднення атмосферного повітря. Зокрема, у м. Городок (Рівненська обл.) в 2020 р. за ініціативою ТОВ «Кроноспан Рівне» та на вимогу громадськості було встановлено станцію контролю атмосфери AirPointer європейського виробника MLU-recordum Environmental Monitoring Solutions GmbH (Австрія, <https://www.airpointer.com/>), що здійснює автоматичний контроль концентрації SO_2 , NO та NO_2 , O_3 , CO , $TЧ_{10}$ та $TЧ_{2,5}$ (<https://ecolog-ua.com/news/pershyu-avtomatychnyu-monitoryng-stanu-povitrya-za-iniciatyvu-kompaniyi-tov-kronospan-rivne>).

Також у 2017 р. за підтримки проекту ENI SEIS II East, який реалізується Європейським екологічним агентством, у 5 містах Донецької області було обладнано 7 стаціонарних пунктів спостережень, обладнаних сучасною вимірювально-інформаційною системою, яка здатна вимірювати концентрацію NO_2 , SO_2 , O_3 , $TЧ_{10}$ та $TЧ_{2,5}$, що передаються кожну годину до Європейської відкритої системи розповсюдження екологічної інформації, що представлена на сайті ЕЕА European Environment Agency у розділі European Air Quality Index (станом на початок 2022 р. дані з українських пунктів спостережень не відображаються).

Причина невідповідності існуючої мережі спостережень державної системи моніторингу атмосферного повітря, зокрема щодо переліку забруднювальних речовин, вимогам Постанови КМУ №827 2019 р. та Директиви 2008/50/ЄС пов'язана з тим, що згідно ст. 11 Закону України «Про охорону атмосферного повітря», перелік найбільш поширених і небезпечних забруднювальних речовин затверджується Кабінетом Міністрів України і переглядається не рідше одного разу на 5 років. Проте остання редакція такого переліку датується 2001 р. «Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню», Постанова КМУ від 29 листопада 2001 р. №1598 [16]. В цьому переліку (всього 17 компонентів) відсутні такі забруднювальні компоненти, як $TЧ_{10}$ та $TЧ_{2,5}$, замість яких фігурує невизначене «речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна)». Водночас Постанова КМУ №827 2019 р. чітко диференціює дану групу забруднювачів, але встановлений даним документом перелік (Додаток 2) за своєю назвою не відповідає ЗУ «Про охорону атмосферного повітря» – «Перелік забруднювальних речовин, щодо яких здійснюється оцінювання, пороги оцінювання, граничні величини та інші рівні забруднювальних речовин, за якими проводиться оцінка якості атмосферного повітря». Тому формально існуюча мережа спостережень державної системи моніторингу атмосферного повітря відповідає законодавству України.

Законодавчо регульовані методи моніторингу атмосферного повітря

Постанова КМУ №827 2019 р. чітко регламентує використання відповідних методів вимірювання концентрації забруднювальних компонентів в атмосферному повітрі. Більшість наведених методів являють собою застосування автоматичних газоаналізаторів для проведення фіксованих вимірювань.

Оцінка концентрації діоксиду сірки SO_2 згідно ДСТУ EN 14212:2018 - (EN 14212:2012, IDT) Атмосферне повітря. Стандартний метод вимірювання концентрації діоксиду сірки методом ультрафіолетової флуоресценції.

Метод застосовний для вимірювання концентрації SO_2 в навколишньому середовищі у реальному часі за допомогою безперервного відбору проб. Принцип виявлення ґрунтується на автоматизованому вимірюванні інтенсивності характерної флуоресценції, яка виділяється SO_2 у зразку повітря, що міститься у вимірювальній комірці аналізатора (рис. 2.3). Зразок повітря опромінюється ультрафіолетовим світлом, що проходить через комірку. Флуоресцентне світло, яке випромінюють молекули SO_2 , також знаходиться в ультрафіолетовій області, але на більшій довжині хвилі, ніж світло збудження. Як правило, оптимальне інструментальне вимірювання концентрації SO_2 отримують за допомогою довжини хвилі збудження в смузі приблизно від 190 до 230 нм, а вимірювання флуоресценції SO_2 відбувається у діапазоні 320 нм.

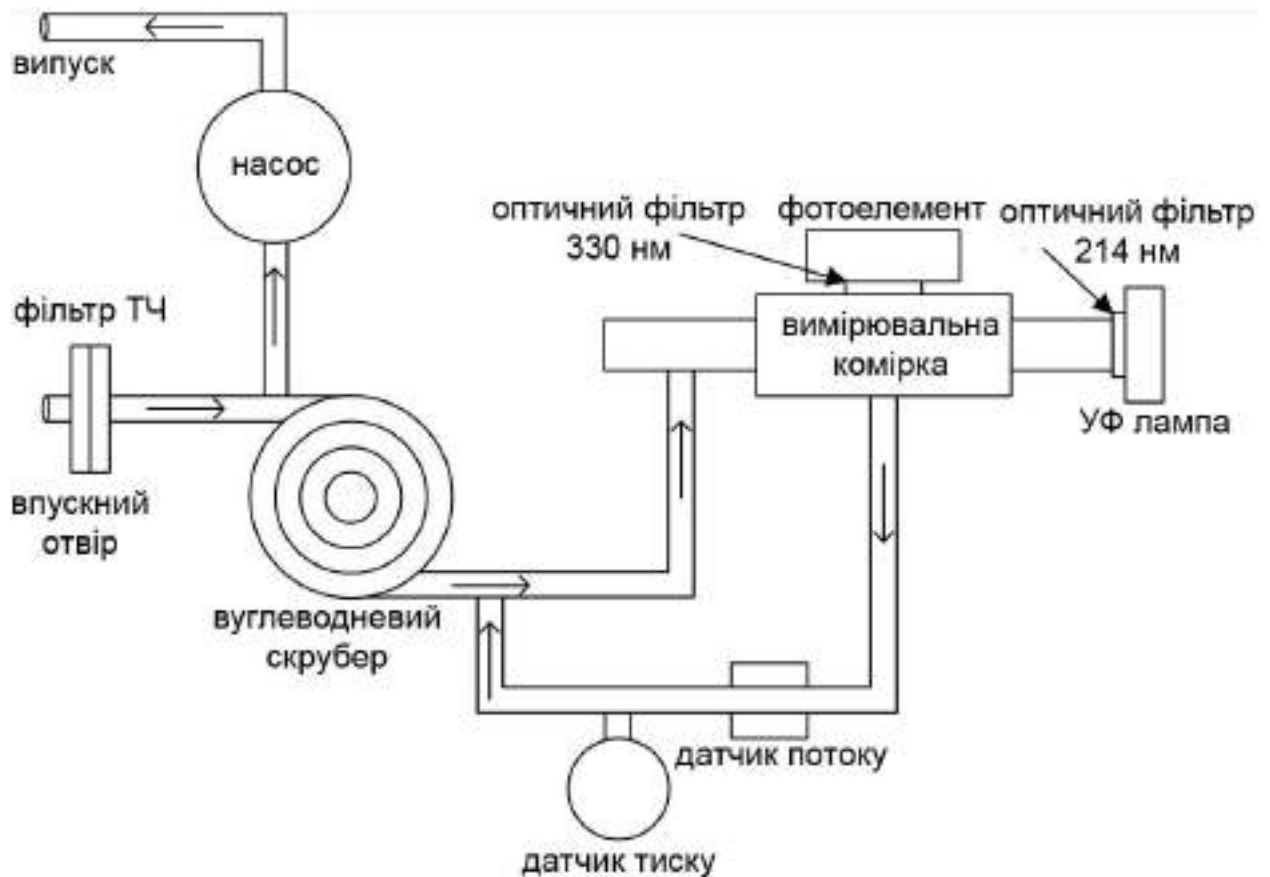


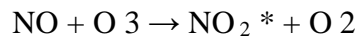
Рис. 2.3. Принципова схема побудови ультрафіолетового SO_2 – газоаналізатора

Газоаналізатор потребує засобів для зменшення впливу ароматичних вуглеводнів, таких як ксилол і нафталін, що флуоресціюють у близькому діапазоні. Ці гази видаляють за допомогою скрубера проникаючого типу (вуглеводневий «кікер»). Моноксид азоту (NO) у високих концентраціях також може флуоресціювати і викликати позитивні перешкоди. Озон може поглинати ультрафіолетове світло, що виділяється молекулою SO_2 і викликати негативні перешкоди. Вплив цих перешкод зменшують за допомогою оптичної фільтрації та зменшення величини вимірювальної комірки до <5 см (призводить до зменшення довжини вимірювального шляху між областю, де відбувається флуоресценція SO_2 та розташований фотоелемент).

Оцінка концентрації діоксиду азоту та оксиду азоту згідно з ДСТУ EN 14211:2018 - (EN 14211:2012, IDT) Атмосферне повітря. Стандартний метод вимірювання концентрації діоксиду азоту та монооксиду азоту методом хемілюмінесценції.

Хемілюмінесценція ґрунтується на реакції монооксиду азоту NO з озоном у хемілюмінесцентному аналізаторі. Повітря відбирається через фільтр (щоб запобігти

забрудненню газотранспортної системи, особливо оптичних компонентів аналізатора) і подається з постійною швидкістю в реакційну камеру, де змішується з надлишком озону (рис. 2.4). Ця реакція є окисленням оксиду азоту (NO) до діоксиду азоту (NO₂) озоном (O₃):



Ця реакція є екзотермічною (теплогенеруючою), при якій утворюється активована молекула NO₂*. Коли молекули NO₂* повертаються з активованого стану в нормальний стан частина енергії випромінюється у вигляді інфрачервоного світла в діапазоні 600-3000 нм з максимумом 1200 нм. Електронний блок вимірює інтенсивність випромінюваного світла, що перетворюється в електричний сигнал за допомогою фотопомножувача або фотодіода. Оскільки для утворення 1 молекули NO₂ потрібна 1 молекула NO, інтенсивність хемілюмінесцентної реакції є прямо пропорційною концентрації NO в зразку. Аналізатор вимірює кількість випромінюваного світла і перетворює його в концентрацію.

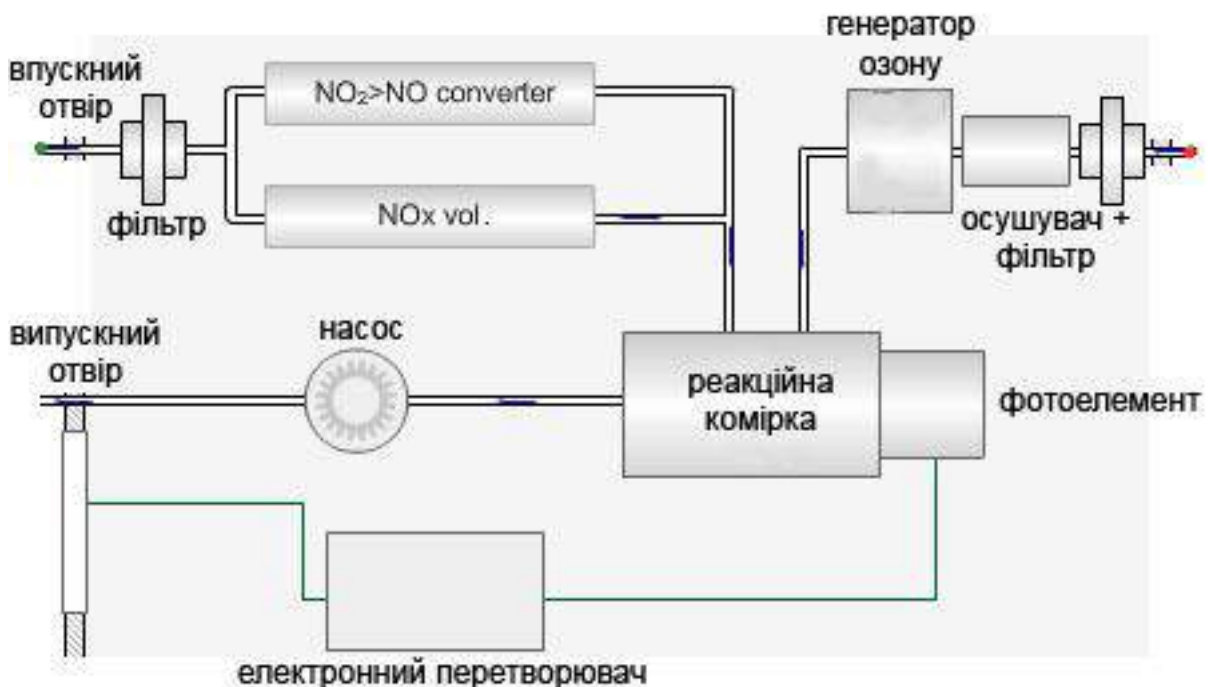


Рис. 2.4. Принципова схема побудови хемілюмінесцентного NO₂/NO – газоаналізатора

Для визначення діоксиду азоту NO₂ відібране повітря подається через конвертер, що містить каталізатор (молібден) при температурі 315 °С, який перетворює будь-який присутній NO₂ в NO перед входом в реакційну комірку та аналізується таким же чином, як описано вище. Електричний сигнал, отриманий від фотоелемента, пропорційний сумі концентрацій двооксиду азоту та монооксиду азоту. Кількість діоксиду азоту розраховується як різниця між цією концентрацією та концентрацією, отриманою лише для монооксиду азоту (коли відібране повітря не пройшло через конвертер).

Оцінка концентрації оксиду вуглецю CO згідно з ДСТУ EN 14626:2018 (EN 14626:2012, IDT) Атмосферне повітря. Стандартний метод вимірювання концентрації монооксиду вуглецю методом недисперсійної інфрачервоної спектроскопії.

Метод ґрунтується на безперервному вимірюванні концентрації монооксиду вуглецю в повітрі на основі недисперсійного інфрачервоної спектроскопії. Окис вуглецю,

присутній у зразку, поглинає інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі близько 4,7 мкм. Повітря після попереднього фільтрування надходить до камери з системою дзеркал, що відбиває промінь інфрачервоного світла, щоб збільшити ефективну довжину шляху, а отже, і чутливість вимірювання (рис. 2.5). Промінь по черзі проходить через комірку, що містить азот (не поглинає інфрачервоні промені), та еталонну комірку, що містить суміш повітря з відомою концентрацією оксиду вуглецю, встановлену на обертовому колесі. При проходженні променю через комірку з азотом та камеру з системою дзеркал зниження інтенсивності світла відбувається за рахунок поглинання молекулами CO у вимірюваному зразку повітря. При проходженні променю через комірку з еталонним зразком та камеру з системою дзеркал зниження інтенсивності світла відбувається за рахунок поглинання молекулами CO як у вимірюваному зразку повітря, так і в еталонній комірці. Оскільки концентрація CO в еталонній комірці є відомою, то решта величини зниження інтенсивності світла буде відбуватися внаслідок поглинання світла вимірюваним повітрям. Детектор поперемінно вимірює різницю в інтенсивності інфрачервоного світла через поглинання CO вуглецю в комірці для зразка та в комірці, заповненій азотом, та розраховує концентрацію за методом добавок.

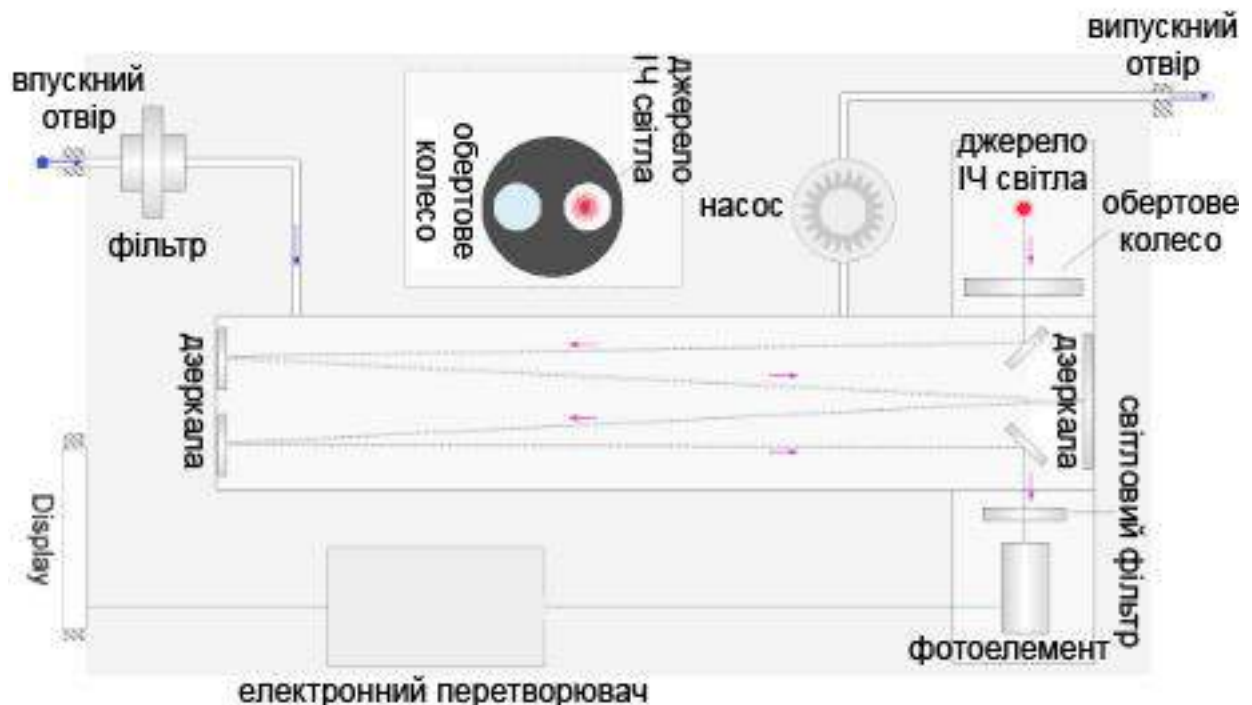


Рис. 2.5. Принципова схема побудови CO – спектрометра

Оцінка концентрації TЧ10 та TЧ2,5 згідно з ДСТУ EN 12341:2018 (EN 12341:2014, IDT) Атмосферне повітря. Стандартний гравіметричний метод вимірювання масової концентрації аерозольних частинок PM10 або PM2,5.

Даний стандарт передбачає застосування широкого різноманіття методів оцінки концентрації твердих частинок. Всі методи полягають у послідовному відокремленні частинок за розмірами, їх збиранні та наступному зважуванні. Для відокремлення та збору частинок використовують чашки-фільтри, циклони, дихотомічні або каскадні імпаکتори. Кожний з цих методів має свої переваги та недоліки, тому часто застосовують їх комбінацію. Використання фільтрувальних чашок для збору частинок є найпростішим способом збору частинок. Зважування фільтрів до і після відбору проб дає кількість зібраної маси твердих частинок. Найчастіше використовують касети мембранних фільтрів з політетрафторетилену (тефлон, PTFE), що мають різну пропускну здатність. Незважаючи на свою простоту, цей метод застосовується обмежено через швидку зміну

селективності фільтрів по мірі заповнення отворів твердими частинками. Тому інші два принципи є більш поширеними. Обидва базуються на принципах імпульсної (ударної) затримки твердих частинок з потоку повітря на поверхні. Циклони – це особливий тип ударних елементів, де удари частинок об бічні стінки циклону поєднуються з гравітаційним осіданням великих частинок (рис. 2.6). Повітря в циклоні рухається по спіралі де за рахунок відцентрової сили притискаються до стінок та гальмуються. Після чого зсипаються до збирального пристрою. В залежності від швидкості потоку повітря та діаметру циклону можна з достатньою точністю відокремити частинки різної маси та розміру. Застосування послідовно з'єднаних циклонів (мультициклонів) різного розміру дозволяє відокремлювати ТЧ10 та ТЧ2,5.

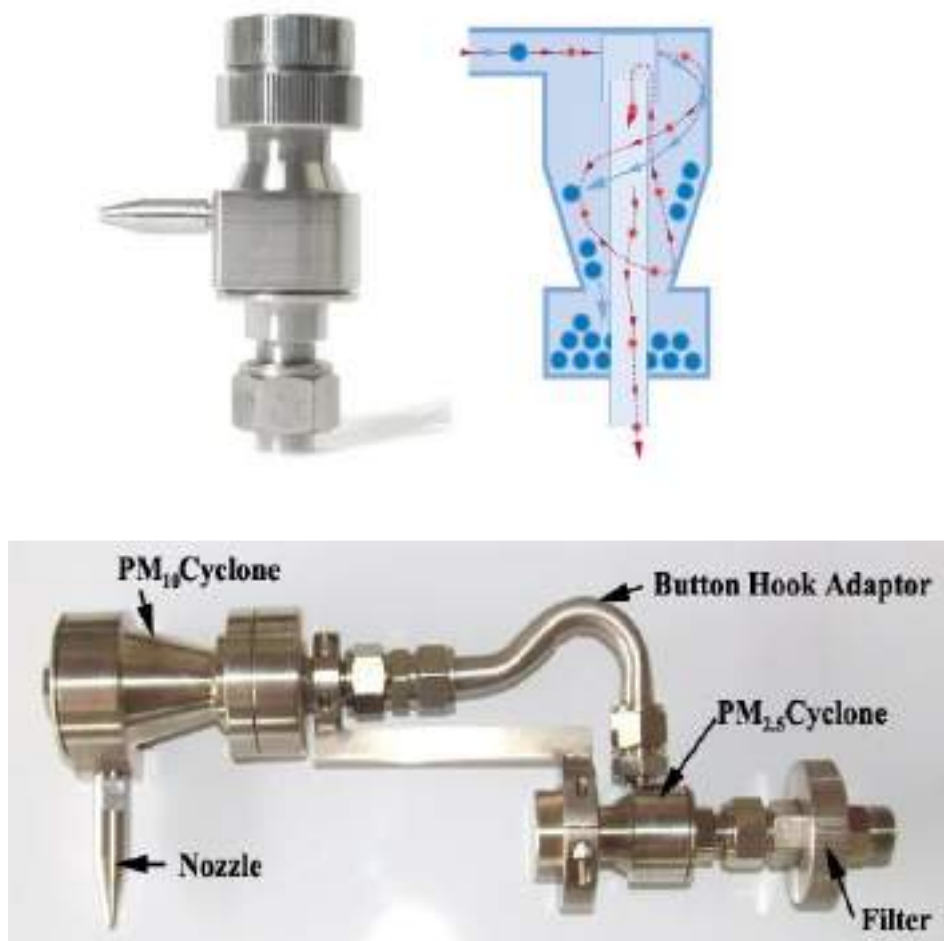


Рис. 2.6. Принцип роботи циклону (<https://www.researchgate.net/profile/Xing-Zhang>; <https://armnz.kiwi/pm10-testing.php>)

Найбільш точним методом є використання імпакторів, які збирають частинки на попередньо змашених мембранних фільтрах. Діаметр зібраних частинок на кожній стадії залежить від швидкості та геометрії потоку повітря (тобто відстані від насадки до ударної поверхні імпактного фільтра). За відповідної швидкості потоку повітря дрібні частинки не торкаються поверхні імпактного фільтра та виносяться за межі камери. Шляхом підбору швидкості руху повітря можна досягти високої селективності відокремлення частинок, що реалізується у дихотомічному імпакторі (рис. 2.7).

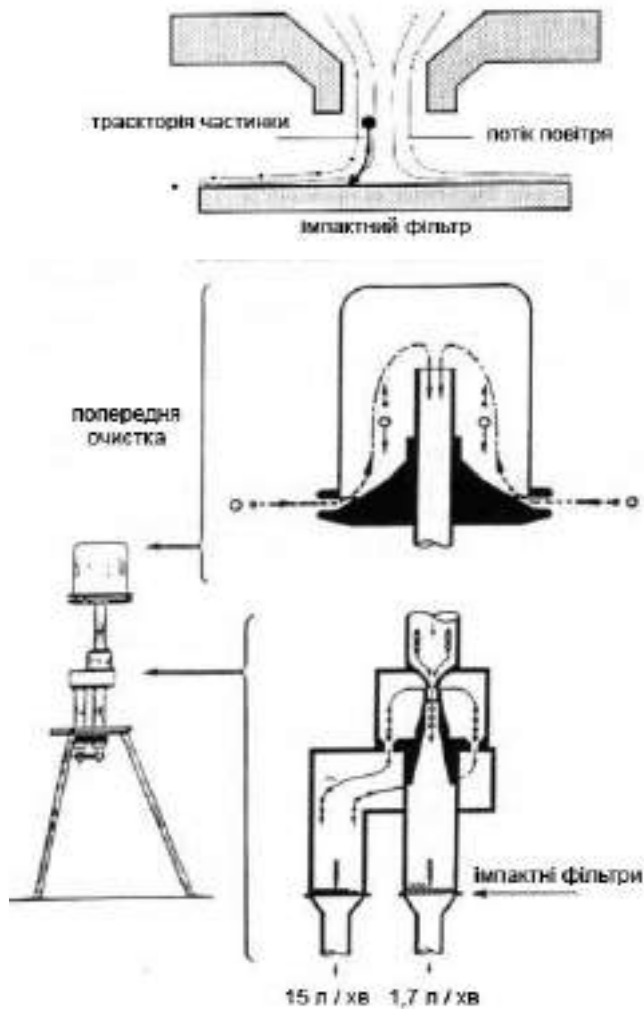


Рис. 2.7. Принцип роботи дихотомічного імпактора для вимірювання концентрація твердих частинок у повітрі

Використання каскадних імпакторів, які складаються з послідовного ряду ступенів, дозволяє на кожній стадії відокремлювати частинки від 10 – 30 мкм на першій ступені до діаметра 0,1 мкм або нижче на резервному фільтрі в кінці. Це дає можливість аналізувати (наприклад, хімічний або гравіметричний) ряд інтервалів невеликого розміру. Покриття ударних пластин маслом або іншою липкою речовиною, яка ефективніше уловлює частинки, зменшує ризик відскоку частинок від фільтра (рис. 2.8).

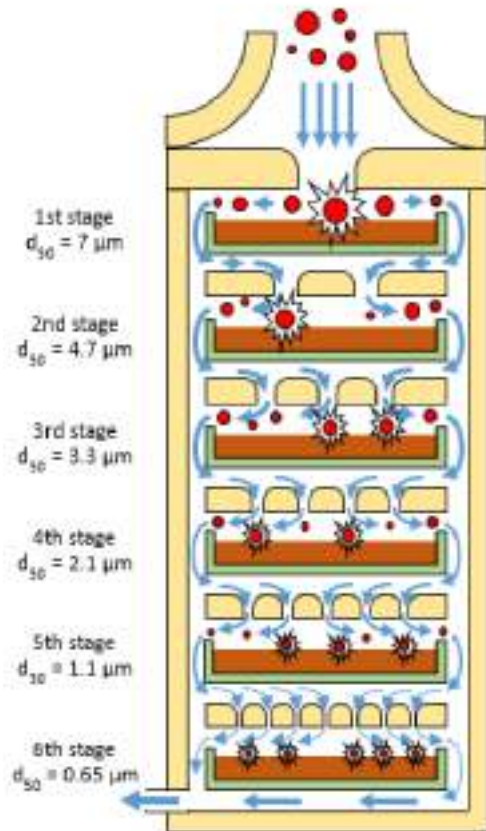


Рис. 2.8. Принцип роботи каскадного імпактора Андерсена (Andersen 1958) [27]

Оцінка концентрації озону O_3 згідно з ДСТУ EN 14625:2016 (EN 14625:2012, IDT) Повітря атмосферне. Стандартний метод вимірювання концентрації озону на основі фотометрії в ультрафіолетовій області спектра.

Принцип методу ґрунтується на наявності сильного поглинання молекулою O_3 лінії випромінювання парів ртутної ультрафіолетової лампи при 254 нм. Для порівняння через вимірювальну комірку періодично пропускають повітря, з якого вилучили озон (рис. 2.9). Для вилучення озону використовують скруббер, заповнений оксидом марганцю, сумішшю оксидів марганцю та міді або волокнами срібла. За різницею поглинання світла товщиною повітря розраховують концентрацію озону, навіть, за наявності заважаючих домішок (твердих частинок, водяної пари, летких вуглеводнів).



Рис. 2.9. Принципова схема побудови O_3 -спектрометра

Оцінка концентрації бензолу згідно з ДСТУ EN 14662-1:2018 (EN 14662-1:2005, IDT) Якість атмосферного повітря. Стандартний метод вимірювання концентрації бензолу (частини перша - третя).

Концентрація летких органічних сполук зазвичай є низькою (0,5-5,0 мкг/м³) та надзвичайно мінливою (вони порівняно швидко окислюються киснем повітря). Тому автоматизовані методи є надзвичайно складними та дорогими (див. [28]). У більшості випадків продовжують використовувати комбінацію ручного методу накопичення на твердих сорбентах з подальшою десорбцією в лабораторних умовах та аналізом за допомогою газорідинної хроматографії. Самим давнім методом накопичення бензолу з повітря є адсорбція на активованому вугіллі з десорбцією сірковуглецем. Для цього певну кількість повітря пропускають через сорбційний патрон, який в лабораторії подрібнюють, а леткі вуглеводні елюють розчинником [29]. Розроблено низку адсорбентів з різною здатністю поглинати окремі леткі вуглеводні (наприклад, див. [30]).

Оцінка концентрації свинцю, кадмію, арсену та нікелю згідно з ДСТУ EN 14902:2018 (EN 14902:2005, IDT) Якість атмосферного повітря. Стандартний метод вимірювання вмісту Pb, Cd, As та Ni у фракції аерозольних частинок PM₁₀.

Метод ґрунтується на попередньому вилученні з повітря фракції твердих часток ТЧ₁₀ на скляних волоконних фільтрах та подальшого визначення їх хімічного складу методами атомно-абсорбційної спектроскопії або спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою. Для переведення у рідкий стан фільтр обробляється гарячою сумішшю кислот нітратної та хлорводневої у співвідношенні 1:3 (aqua regia). В подальшому аналіз концентрації хімічних елементів проводять відповідно до стандартних процедур для рідких зразків. Фактично метод відповідає принципам обробки зразків ґрунту ДСТУ ISO 11466-2001 Якість ґрунту. Вилучення перехідних елементів, що розчиняються в царській водці та ДСТУ ISO 11047:2005 Якість ґрунту. Визначення кадмію, хрому, кобальту, купруму, плюмбуму, мангану, ніколу та цинку в екстракті, отриманому після оброблення ґрунту "царською водкою".

Як можна бачити, методи, використання яких регламентується Постановою КМУ №827 2019 р., є складними та передбачають використання сучасного дорогоцінного обладнання. Незважаючи на модернізацію державної мережі моніторингу атмосферного повітря, кількість сучасних стаціонарних пунктів спостережень станом на кінець 2021 р. вимірюється кількома десятками. Хоча програма державного моніторингу атмосферного повітря кожної зони та агломерації у розділі III «Діюча система моніторингу стану атмосферного повітря» передбачає зазначення даних щодо обладнання та методів, аналіз більшості затверджених програм (станом на кінець 2021 р.) виявив посилення на недіючі методики, або повну їх відсутність. Наприклад, Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря зони «Чернігівська» на 2021-2025 роки має лише неконкретизований перелік методів виміру: пил – гравіметричний; діоксид азоту – фотометричний; діоксид сірки – визначення діоксиду сірки з хлоридом барію (такого методу просто не існує!); оксид вуглецю – газоаналізатор (???) тощо. У Програмі державного моніторингу зони «Київська» оцінка концентрації ТЧ₁₀ та ТЧ_{2,5} на низці пунктів фіксованих спостережень проводиться згідно ДСТУ EN 13284-2:2014 Викиди стаціонарних джерел. Визначення масової концентрації пилу у низькому діапазоні замість регламентного ДСТУ EN 12341:2018 (EN 12341:2014, IDT) Атмосферне повітря. Стандартний гравіметричний метод вимірювання масової концентрації аерозольних частинок PM₁₀ або PM_{2,5}. Газоподібні забруднювальні компоненти вимірюються за РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы, Москва, 1991 р.

Інші методи моніторингу атмосферного повітря

Як вже зазначалося вище, громадський моніторинг атмосферного повітря має достатньо розгалужену мережу пунктів спостережень, забезпечених недорогими пристроями, принцип дії яких суттєво відрізняється від регламентованих нормативними

документами. Діяльність мережі громадського моніторингу відповідає режиму оцінювання «індикативні вимірювання», до яких висувуються менш суворі вимоги щодо похибки даних, ніж вимоги до фіксованих вимірювань. Вартість обладнання, яке використовується для такого режиму оцінювання є суттєво меншою і становить десятки тисяч гривень, на відміну від вартості обладнання одного стаціонарного пункту фіксованих спостережень державної системи моніторингу, що сягає мільйонів грн. (рис. 2.10).

Цим іноді намагаються скористатися державні органи виконавчої влади, на які покладено обов'язок по облаштуванню мережі спостережень, коли замість дороговартісного обладнання намагаються закупити дешеві автоматичні аналізатори, аналогічні застосовуваним на мережі громадського моніторингу атмосферного повітря. Наприклад, під час процедури Придбання та обладнання стаціонарних станцій аналізу якості повітря у Дніпропетровській області КП "Центр екологічного моніторингу ДОР" через систему Держзакупівлі.онлайн від 28.08.2019 р. на суму 58 542 000 грн. виникла суперечка з учасником торгів ТОВ «Хімлаборреактив». Зокрема замовник торгів у відповіді на запитання від 10.09.2019 р., при обґрунтуванні прийнятих ним рішень, посилається на звіт «Low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition: overview of topic and future applications» (2018) [31], проведеному комісією з атмосферних наук Всесвітньої Метеорологічної Організації (WMO), обґрунтовуючи застосування автоматичних аналізаторів на основі електрохімічних сенсорів. Водночас у резюме до даного звіту щодо використання електрохімічних методів вимірювання зазначається: «що в даний час недорогі датчики (електрохімічні) не є безпосередньою заміною еталонних інструментів, особливо для обов'язкових цілей...»... «лабораторні та польові дослідження продемонстрували вкрай неоднорідну якість даних з електрохімічних сенсорів і відсутність однозначної відповіді на одне з основних питань: чи заслуговують довіри ці датчики? Навіть в разі використання однакових базових компонентів датчика фактичні результати можуть бути різними зважаючи на відмінності в підходах до коректування даних і калібрування. Це здатне ускладнити інтерпретацію якості даних користувачами, оскільки задовільні або незадовільні експлуатаційні показники одного пристрою або комерційного постачальника не означають, що аналогічні пристрої інших постачальників будуть функціонувати таким же чином». Таким чином, електрохімічні методи вимірювань в сфері управління якістю атмосферного повітря можуть використовуватися тільки як допоміжні до вже діючих еталонних методів вимірювань, що і зазначено в Директиві 2008/50/ЄС і в Постанові КМУ №827 2019 р.



Рис. 2.10. Порівняння обладнання для вимірювання концентрації $ТЧ_{10}$ та $ТЧ_{2,5}$ Sensor.community KIT (SDS011/BME280), Німеччина вартістю 52,3 євро (<https://nettigo.eu/products/nova-fitness-sds011-air-quality-sensor>), LVS/MVS Low and Mid Volume Samplers, Німеччина вартістю 8500 USD та вітчизняний датчик AirFresh, Україна вартістю 1200 грн. (станом на початок 2022 р.).

З іншого боку, широке застосування такого обладнання для індикативних вимірювань в системі громадського моніторингу потребує ознайомлення з принципами їх функціонування. Оскільки більшість таких станцій на даний час проводить оцінку

концентрації озону та ТЧ, то ми розглянемо принципи реєстрації даних забруднювальних компонентів.

Робота електрохімічних датчиків вимірювання концентрації газоподібних забруднювачів базується на реакціях відновлення або окислення в електрохімічних осередках з металооксидними електродами, які створюють слабкий електричний струм, сила якого є пропорційною кількості молекул у електрохімічному осередку. Наприклад, вимірювання озону ґрунтується на принципі провідності електроду з покриттям діоксидом олова (SnO_2), який має низьку провідність у присутності чистого повітря. За наявності озону провідність датчика збільшується, що перетворюється у вихідний сигнал, який відповідає концентрації газу. Основний недолік таких датчиків полягає у значному впливі на його чутливість температури навколишнього середовища та високої чутливості до відносної вологості повітря.

Для оцінки концентрації твердих часток використовується лазерний лічильник частинок (laser particle counter – LPC), принцип роботи якого ґрунтується на відбитті світла від частинок, коли вони проходять крізь лазерний промінь (рис. 2.11). Основна проблема полягає у контролі стану потоку (він повинен бути строго ламінарним) та неможливості пропускати повітря з високою швидкістю. Інша проблема полягає в тому, що лазерний промінь не може відрізнити агрегатний стан частинок і враховує у тому числі крапельки аерозолу водяної пари. Для уникнення такого впливу застосовують системи підігріву, проте про їх спроможність підтримувати стабільну температуру за умов невеликих розмірів не існує однозначної думки.

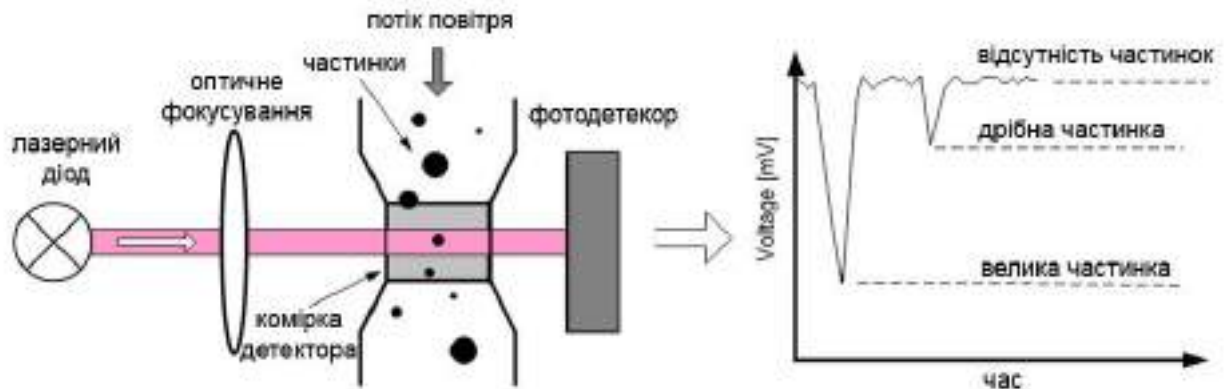


Рис. 2.11. Принцип роботи лазерного лічильника частинок

2.4 Обробка та оформлення результатів спостережень

Як вже зазначалося, незважаючи на прийняття нової концепції функціонування державної системи моніторингу атмосферного повітря, залишаються чинними вимоги керівного документу РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [11], що передбачають щорічне подання статистичної звітності у вигляді спеціально розроблених форм. Основною формою звітності підприємств залишається ф. №2-ТП (повітря) (річна) «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів», що подають до 20 січня кожного року всі юридичні особи, відокремлені підрозділи юридичних осіб, що мають об'єкти, які перебувають на державному обліку в галузі охорони атмосферного повітря та здійснюють викиди забруднювальних речовин і парникових газів. З 2019 р. передбачено подання звітності у електронній формі. Показники звіту ф. №2-ТП (повітря) (річна) містять дані про викиди забруднювальних речовин і парникових газів, які розраховуються із використанням матеріалів інвентаризації, зареєстрованих уповноваженими органами влади у порядку, встановленому наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки від 10.02.1995 року №7 «Про затвердження

інструкції про зміст та порядок інвентаризації забруднюючих речовин на підприємстві» [32], зареєстрованим у Міністерстві юстиції 15.03.1995 року за №61/597» (зі змінами). Показники звіту характеризують кількість викидів забруднювальних речовин і парникових газів, які надійшли в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів та вимірюються у тоннах за всіма виробничими та технологічними процесами, технологічним устаткуванням (установками). Фактично така форма не є джерелом інформації про стан забруднення атмосферного повітря, оскільки загальні валові обсяги у тоннах викидів дуже важко трансформувати у величини концентрації на певний момент часу. Тим не менше, станом на кінець 2021 року це єдине джерело оцінки впливу окремого підприємства на атмосферу в зоні його впливу. Так у програмах державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря деяких зон/агломерацій (наприклад, Івано-Франківська) зазначено як метод оцінювання для всіх забруднювальних речовин метод об'єктивного оцінювання з використанням даних форм державної статистичної звітності № 2 ТП (повітря) «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів».

Інша форма звітності введена у дію на вимогу Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів», якою передбачено створення Єдиного реєстру моніторингу, звітності та верифікації парникових газів та щорічне звітування підприємств, що підлягають включенню до Єдиного реєстру, за Типовою формою стандартного (або спрощеного) плану моніторингу. Така форма надає інформацію щодо валових обсягів викидів парникових газів (у тоннах CO₂ екв./рік) та концентрації парникових газів в разі запровадження системи неперервних вимірювань [33]. Такі підходи введено на вимогу Угоди про асоціацію з ЄС, Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату та Паризької угоди. До парникових газів належать двоокис вуглецю (CO₂), метан (CH₄), закис азоту (N₂O), гідрофторвуглеці (ГФВ), перфторвуглеці (ПФВ), гексафторид сірки (SF₆) та інші газоподібні складові атмосфери, які поглинають та випромінюють інфрачервоне випромінювання. Таким чином, ця інформація також може слугувати для оцінки стану забруднення атмосферного повітря.

Незважаючи на існування державної системи моніторингу атмосферного повітря та її повільну модернізацію, наразі в Україні відсутня централізована система збору та аналізу інформації. Значні надії покладаються на реалізацію програм державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря зон/агломерацій та системи оприлюднення інформації. Основна ідея полягає у наявності можливості відслідковувати поточний стан забруднення атмосферного повітря та статистичні показники відповідності порогам оцінювання та граничних величин в режимі он-лайн. На даний момент (на кінець 2021 р.) система он-лайн оприлюднення знаходиться у стані наповнення. Система громадського моніторингу в цьому випадку виглядає значно прогресивнішою, демонструючи широке покриття території країни та наявність інтегральних показників стану забруднення атмосферного повітря, що мають нормовані величини.

Інтегральні показники забруднення атмосферного повітря

Самі по собі поточні величини концентрації забруднювальних компонентів не дозволяють зробити висновок про стан та якість атмосферного повітря в межах зони/агломерації. Навіть усереднені граничні величини не дають змогу оцінити наслідки сукупного впливу всіх забруднювачів на організм людини та природні екосистеми.

1. Нормування впливу сукупності забруднювачів

З метою нормування сукупного впливу забруднювачів використовують модель за ефектом адитивності:

$$\frac{q_1}{GB_1} + \frac{q_2}{GB_2} + \dots + \frac{q_n}{GB_n} \leq 1,$$

де q_1, q_2, q_n – концентрація забруднювача за відповідний період усереднення; GB_1, GB_2, GB_n – гранична величина забруднювача для відповідного періоду усереднення. Сукупне

значення не повинно перевищувати 1. Слід зазначити, що поєднувати можна лише показники для одного періоду усереднення (година, доба, рік). У випадку нормування впливу забруднювачів на здоров'я людини за санітарно-гігієнічними нормативами замість граничної величини забруднювача беруть значення ГДК.

Іншою проблемою оцінки якості атмосферного повітря є величезна надлишковість інформації, яку надають сучасні системи моніторингу, особливо у випадку безперервної автоматизованої реєстрації даних. В результаті серед значного обсягу даних можна пропустити, не виявити та не оцінити критичні для системи впливи, що можуть мати значущі наслідки.

Найпростішим способом є обрахунок числа випадків перевищення граничних або критичних рівнів концентрації забруднювального компонента протягом певного періоду усереднення. Зокрема такий підхід реалізується при визначенні порогів оцінювання (див. табл. 2). Так, для діоксиду сірки порогові величини не повинні бути перевищені понад 3 рази, для діоксиду азоту – 18 разів, а для твердих часток – 35 разів протягом року. Однак при цьому не враховується ступінь перевищення величини порогового значення.

2. Індеси забруднення атмосфери (ІЗА) за одним компонентом – безрозмірний показник, який враховує рівень забруднення атмосфери за окремим компонентом з врахуванням ступеню його шкідливості:

$$I_i = \left(\frac{q_c}{ГДК_{co}} \right)^{C_i},$$

де q_c – середньодобова або середньомісячна концентрація забруднювального компонента; ГДК – середньодобова гранично допустима концентрація; C_i – коефіцієнт шкідливості, який дорівнює 1,7 для речовин I-го класу небезпеки; 1,3 – II-го класу; 1,0 – III-го класу; 0,9 – IV-го класу.

З нього випливає **комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА)** за всіма досліджуваними компонентами:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i,$$

де I_i – Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) за i -тим компонентом.

Розрахунок комплексного індексу забруднення ґрунтується на припущенні (безпідставному), що при комплексній дії, їх результат підсумується. Іншою великою проблемою застосування КІЗА є те, що його величина залежить не тільки за рахунок концентрації забруднювачів, але від числа компонентів, що враховуються. Тому необхідно з обережністю порівнювати стан забруднення атмосферного повітря для різних зон/агломерацій, що наводяться у державній статистичній звітності. Наприклад, у Національних доповідях про стан навколишнього природного середовища в Україні, що публікуються на сайті Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, КІЗА розраховується для 5 забруднювальних компонентів. Водночас Центральна геофізична обсерваторія величину КІЗА визначає за сімома забруднювачами (докладніше, див. [34]).

3. Загальний індекс якості повітря (CAQI) є показником якості повітря, який розроблено в ході проекту CITEAIR (INTEREG ІІС, 2004-2007), що використовується країнами Європейського союзу з 2006 року для характеристики забруднення агломерацій. CAQI розраховується для погодинних, щоденних і річних усереднених даних. Його розробка була пов'язана з тим, що різні міста Європи оцінювали якість повітря різними, важко порівнюваними, способами, оскільки всі індекси відрізнялися за логікою розрахунків та розмірністю. Часто вони використовували власний (або іноді встановлений на державному рівні) індекс якості повітря. З метою порівняння було розроблено новий індекс, який було впроваджено на добровільних засадах, якщо місто мало бажання приєднатися до загальноєвропейської системи. В результаті з 5 міст у 2006 р. їх число перевищило 100.

Величина SAQI не має прямого зв'язку з короткостроковим впливом на здоров'я. Він в першу чергу був розроблений з метою підвищення обізнаності населення. Зв'язок між якістю повітря і здоров'ям є непрямим і погано прогнозованим, точну природу окремих наслідків важко оцінити кількісно. Намагання врахувати численні параметри атмосферного повітря, взаємодію забруднювальних речовин призводить до дуже складних показників, які все одно мають низьку прогностичну якість (наприклад, [35]). Також необхідно враховувати, що наслідки для здоров'я виникають протягом різного часу впливу забрудненого повітря (як короткострокового, так і довгострокового), і зазначене значення індексу зазвичай відноситься лише до одного часу усереднення.

Розрахунок SAQI ґрунтується на концентрації трьох маркерних забруднювачів (без них не можна розрахувати значення індексу) та додаткових забруднювачів. Міський фоновий індекс обов'язково включає NO₂, ТЧ₁₀ та О₃, а також РМ_{2,5}, СО та SO₂ як додаткові забруднювачі. Транспортний індекс включає обов'язкові компоненти NO₂ та РМ₁₀, а також СО та РМ_{2,5} як додаткові. Розрахунок індексу проводять для кожного забруднювача окремо:

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

де, I_p – індекс якості повітря для певного забруднювача; C_p – концентрація забруднювача за певний період усереднення; BP_{Lo} – концентрація нижньої контрольної точки відповідного діапазону забруднення (*breakpoint concentration*, табл. 2.6); BP_{Hi} – концентрація верхньої контрольної точки відповідного діапазону забруднення; I_{Lo} – нижня межа відповідного класу забруднення; I_{Hi} – верхня межа класу забруднення.

Розрахунок проходить в кілька етапів для кожного забруднювача окремо. Наприклад, середня концентрація NO₂ за одну годину становила 26,4 ppb. Знаходимо, якому рівню забруднення повітря відповідає ця величина – клас забруднення «дуже низький». Для дуже низького класу забруднення величина $I_{Lo} = 0$, $I_{Hi} = 25$. Відповідно концентрація нижньої контрольної точки діапазону $BP_{Lo} = 0$ ppb; концентрація верхньої контрольної точки діапазону $BP_{Hi} = 50$ ppb. Отже, $I_p = ((25-0)/(50-0)) \times (26,4-0) + 0 = 13$. Водночас середня концентрація ТЧ₁₀ за одну годину становила 56,3 мкг/м³, що відповідає класу забруднення «середній». Для середнього класу забруднення величина $I_{Lo} = 50$, $I_{Hi} = 75$. Відповідно концентрація нижньої контрольної точки діапазону $BP_{Lo} = 50$ мкг/м³; концентрація верхньої контрольної точки діапазону $BP_{Hi} = 90$ мкг/м³. Отже, $I_p = ((75-50)/(90-50)) \times (56,3-50) + 50 = 54$. Таким чином розраховуються індекси для всіх обов'язкових забруднювальних компонентів. Величина SAQI буде дорівнювати максимальному індексу. Наприклад, якщо максимальний індекс I_p буде характерний ТЧ₁₀, то SAQI дорівнюватиме 54.

Таблиця 2.6. Індекси маркерних забруднювачів та додаткових забруднювачів для міського фонового індексу SAQI

Клас забруднення	Діапазон класу забруднення	Концентрація забруднювальної речовини (період усереднення – одна година)				
		NO ₂ , мкг/м ³	ТЧ ₁₀ , мкг/м ³	О ₃ , мкг/м ³	ТЧ _{2,5} , мкг/м ³	SO ₂ , мкг/м ³
		$I_{Lo} - I_{Hi}$	$BP_{Lo} - BP_{Hi}$	$BP_{Lo} - BP_{Hi}$	$BP_{Lo} - BP_{Hi}$	$BP_{Lo} - BP_{Hi}$
Дуже низький	0-25	0-50	0-25	0-60	0-15	0-50
Низький	25-50	50-100	25-50	60-120	15-30	50-100
Середній	50-75	100-200	50-90	120-180	30-55	100-350

Високий	75-100	200-400	90-180	180-240	55-110	350-500
Дуже високий	>100	>400	>180	>240	>110	>500

Найгірший забруднювач визначає загальну величину індексу. Для кожного забруднювача субіндекс розраховується відповідно до сітки, яка переводить вимірювання концентрації в рейтинг за шкалою від 1 до 100. Найвище значення субіндексу в певний момент часу визначає величину загального індексу для відповідного пункту спостережень. У випадку розрахунку **SAQI** для всієї міської території найгірший пункт моніторингу в певному місті на даний момент визначає значення індексу. Таким чином, найвищий **SAQI** вважається характеристикою атмосферного повітря всього міста. Ця процедура застосовується окремо для транспортного та фонового індексів.

Наприклад, у Ліоні як тільки дорожній трафік збільшується, транспортний індекс стає вищим і маркерні забруднювачі визначають величину індексу (рис. 2.12). В результаті транспортний індекс є вищим за фоновий протягом всього дня. У Севільї в той же день транспортний індекс частину дня є нижчим (зауважте, що години піку руху помітно відрізняються). Проте у другій половині дня фоновий індекс є вищим за індекс трафіку через підвищений рівень озону в сонячний день.

Lyon Yesterday Details

Hour	ROADSIDE INDEX		BACKGROUND INDEX	
	Index value	Pollutant	Index value	Pollutant
0	22	NO2	18	NO2
1	21	NO2	17	NO2
2	27	NO2	17	NO2
3	26	NO2	18	NO2
4	51	NO2	23	NO2
5	60	NO2	24	NO2
6	68	NO2	29	PM10
7	69	NO2	32	PM10
8	70	NO2	25	NO2
9	64	NO2	26	PM10
10	63	NO2	32	O3
11	57	NO2	35	O3
12	56	NO2	35	O3
13	51	PM10	35	O3
14	51	PM10	38	O3
15	44	PM10	40	O3
16	44	NO2	41	O3
17	49	NO2	38	O3
18	41	PM10	38	O3
19	36	PM10	35	PM10
20	37	NO2	41	PM10
21	35	NO2	26	O3
22	32	PM10	29	O3
23	28	PM10	28	O3

Sevilla Yesterday Details

Hour	ROADSIDE INDEX		BACKGROUND INDEX	
	Index value	Pollutant	Index value	Pollutant
0	37	PM10	30	O3
1	38	PM10	32	O3
2	38	PM10	46	PM10
3	30	PM10	32	O3
4	24	PM10	31	O3
5	27	PM10	28	O3
6	30	NO2	80	PM10
7	34	NO2	> 100	PM10
8	42	PM10	59	PM10
9	22	NO2	60	PM10
10	29	NO2	36	O3
11	29	NO2	46	O3
12	41	PM10	54	O3
13	43	NO2	60	O3
14	53	PM10	63	O3
15	40	PM10	69	O3
16	28	PM10	64	O3
17	55	PM10	48	O3
18	41	PM10	55	PM10
19	76	PM10	41	PM10
20	72	PM10	43	PM10
21	52	PM10	43	PM10
22	49	PM10	48	PM10
23	30	PM10	50	PM10

NB: the pollutant with the highest value at a certain time determines the overall score of that time

NB: the pollutant with the highest value at a certain time determines the overall score of that time

Рис. 2.12. Порівняння динаміки величини загального індексу якості повітря (SAQI) у двох європейських містах

- Погодинний індекс: описує поточну якість повітря на основі погодинних вимірювань і оновлюється щогодини.
- Щоденний індекс: оцінює загальну ситуацію з якістю повітря вчорашнього дня, заснований на щоденних значеннях і оновлюється раз на день.
- Річний індекс: представляє загальні умови якості повітря в місті протягом року. Цей індекс базується на середньорічних концентраціях забруднювальних речовин у порівнянні з річними граничними значеннями й оновлюється раз на рік.

Погодинний і денний індекси мають п'ять рівнів за шкалою від «0» (дуже низький) до «> 100» (дуже високий).

Для диференціації районів агломерації встановлено окремі шкали (табл. 2.7):

– міський фоновий індекс представляє загальну якість повітря в агломерації (на основі міських фонових пунктів спостереження);

– транспортний індекс відображає якість повітря на вулицях (на основі даних транспортно-орієнтованих пунктів спостережень).

Таблиця 2.7. Шкала загального індексу якості повітря (CAQI) для різних районів агломерації

Клас забруднення	Величина CAQI для міських районів	Величина CAQI для транспортних шляхів
Дуже низький	0	25
Низький	25	50
Середній	50	75
Високий	75	100
Дуже високий	>100	

Незважаючи на широке застосування загального індексу CAQI в країнах Європейського союзу він має низку недоліків. По-перше, максимальні годинні концентрації забруднювачів часто значно перевищують середньодобові величини. Проте розрахунок CAQI доступний лише для періоду усереднення одна година. Таким чином, він краще характеризує поточні умови, а його величина не буде впливати на оцінку якості повітря наступного дня і не дозволяє робити прогноз якості атмосферного повітря. По-друге, CAQI не враховує несприятливі наслідки сумісного впливу всіх забруднювачів. Тому було розроблено велику кількість альтернативних індексів. Наприклад, у статті (Kanchan, et al. 2015 [36]) проведено огляд 14 індексів якості атмосферного повітря різних країн.

2.5 Опосередковані методи дослідження забруднення атмосфери

1. Дослідження хімічного складу атмосферних опадів.

Відповідно до Постанови КМУ №827 2019 р. моніторинг атмосферного повітря здійснюється також за показниками якості атмосферних опадів, що включають такі показники та складові – іони амонію; гідрокарбонат-іони; іони калію; іони кальцію; загальна кислотність; іони магнію; іони натрію; нітрат-іони; сульфат-іони; хлорид-іони; рН. У нормативних документах ЄС відсутня вимога обов'язкового моніторингу хімічного складу атмосферних опадів. Натомість цей перелік відповідає обов'язковим показникам програми Глобальної служби атмосфери Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) WMO Global Atmosphere Watch Programme, яка покликана здійснювати надійні, комплексні спостереження за хімічним складом та вибраними фізичними характеристиками атмосфери в глобальному та регіональному масштабах. Відповідно для таких показників відсутні нормативи якості атмосферних опадів. Більш докладно зі змістом програми можна ознайомитися на сайті <https://qasac-americas.org/manual>.

Також чотири станції України беруть участь у реалізації Комплексної програми моніторингу атмосфери (CAMP), що має на меті оцінити надходження забруднювачів та біогенних речовин у морську зону OSPAR (Конвенція про захист морського середовища північно-східній частині Атлантичного океану) та її регіони через атмосферні осадження – [UA05 Svitiaz](#); [UA06 Rava-Ruska](#); [UA07 Beregovo](#); [UA08 Zmeinyy Island](#) (станом на початок 2022 р. зазначено як неактивні учасники програми).

Відомо, що атмосферні опади зумовлюють процеси вологого осадження забруднювачів з приземного шару повітря. Це природний процес очищення атмосферного повітря. Натомість в результаті цього хімічний склад опадів зазнає змін внаслідок вилучення забруднювачів. Різні забруднювальні компоненти різною мірою вимиваються з товщі атмосферного повітря. Зокрема показано, що ефект вологого очищення від ТЧ₁₀ є більш вираженим, ніж для ТЧ_{2,5}. Зміна концентрації ТЧ_{2,5} до і після опадів пов'язана з початковою концентрацією забруднювача до початку опадів, інтенсивністю опадів та їх

тривалістю. Коли початкова концентрація $\text{TЧ}_{2,5}$ становить понад 60 мкг/м^3 , а інтенсивність опадів становить понад 5 мм/год , концентрація $\text{TЧ}_{2,5}$ після опадів суттєво зменшується. Ще більш вираженим є ефект видалення TЧ_{10} , особливо за умов, коли початкова концентрація TЧ_{10} є вищою за 100 мкг/м^3 [37].

Основною метою досліджень хімічного складу атмосферних опадів є контроль їх кислотності, оскільки природні механізми вологого осадження таких забруднювачів як діоксид сірки та оксиди азоту призводять до підвищення кислотності опадів, що має згубний вплив на рослинність та ґрунти.

Хімічний склад атмосферних опадів є зручним індикатором забруднення повітря оскільки:

- час утворення атмосферних опадів має чіткі часові параметри, що дозволяє визначати тривалість дії джерела забруднення;
- в результаті процесів вологого осадження та сублимації (у випадку снігового покриву) концентрація забруднювальних речовин значно підвищується у порівнянні з атмосферним повітрям. В результаті можливе дослідження компонентів, вимір яких безпосередньо у повітрі неможливий;
- відбір проб простий і не потребує складного обладнання;
- ефективний індикатор закислення атмосферних опадів, оскільки має низьку буферність.

Проте як і у будь якого методу аналіз хімічного складу атмосферних опадів має свої недоліки:

- відсутність нормативних показників забруднення;
- складність відбору при незначному обсягу атмосферних опадів;
- ризик вторинного забруднення за умов вітрової ерозії ґрунту.

2. Аналіз хімічного складу ґрунту та рослинності

За відсутності інших джерел забруднення ґрунтового покриву, єдиним джерелом виступають процеси осадження забруднювачів з атмосферного повітря.

Рослинність може поглинати забруднювачі безпосередньо з повітря, концентруючи в своїх органах і тканинах. Маючи значну площу поверхні повітряних асимілюючих органів, рослини здатні осаджувати на їх поверхні пил та аерозолі.

Важливим при опосередкованих методах дослідження повітря є наявність контрольних районів, які не зазнають безпосереднього забруднення, оскільки відсутні нормативи, в основу яких покладено зазначені показники. Незважаючи на те, що використання рослин як індикаторів забруднення атмосферного повітря було запропоновано понад 50 років тому [38, 39], та наявні численні сучасні наукові публікації [40, 41], цей напрямок залишається пошуковим і не має практичного застосування у системі моніторингу атмосферного повітря.

Контрольні питання до розділу

1. Що таке атмосферне повітря? Яке повітря не включають до атмосферного повітря?
2. Перелічити суб'єкти державної системи моніторингу атмосферного повітря.
3. Які функції у сфері моніторингу атмосферного повітря виконує Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України?
4. Які функції у сфері моніторингу атмосферного повітря виконує Державна служба надзвичайних ситуацій України?
5. Яка установа виступає головною науковою установою державної системи моніторингу атмосферного повітря?
6. Які функції у сфері моніторингу атмосферного повітря виконує Міністерство охорони здоров'я України?

7. В якій формі подають інформацію про спостереження за атмосферним повітрям організації та підприємства, що здійснюють викиди забруднювальних речовин та парникових газів?
8. В чому полягають переваги та недоліки громадського моніторингу атмосферного повітря?
9. Які методи використовуються для оцінювання якості атмосферного повітря?
10. Типи пунктів спостережень за станом атмосферного повітря за принципами організації проведення спостережень.
11. Типи стаціонарних пунктів спостережень.
12. Правила проведення підфакельних спостережень.
13. Види програм спостережень.
14. Режими оцінювання якості атмосферного повітря.
15. Принципи організації фіксованих вимірювань.
16. В чому особливість проведення індикативних вимірювань?
17. Що означає об'єктивне оцінювання якості атмосферного повітря?
18. Для чого використовується величина порогу оцінювання?
19. Порядок затвердження програм державного моніторингу атмосферного повітря.
20. Загальна структура програми державного моніторингу атмосферного повітря.
21. Критерії оцінки якості атмосферного повітря.
22. Санітарно-гігієнічне нормування якості атмосферного повітря.
23. Що означає поняття «гранична величина» забруднювальної речовини? В чому її відмінність від поняття ГДК?
24. Які існують періоди усереднення рівнів забруднювальних компонентів атмосферного повітря?
25. Що означає «критичний рівень» забруднювальної речовини? У чому полягають її відмінності від граничної величини та ГДК?
26. Що означає «поріг небезпеки» забруднювальної речовини?
27. Охарактеризуйте сучасний стан обладнання мережі стаціонарних пунктів спостережень державного моніторингу атмосферного повітря.
28. Законодавчо регульовані методи моніторингу атмосферного повітря.
29. Охарактеризуйте сучасний стан обладнання мережі стаціонарних пунктів спостережень громадського моніторингу атмосферного повітря
30. Форми державної звітності підприємств про викиди забруднювальних речовин і парникових газів.
31. Принцип нормування впливу сукупності забруднювачів атмосферного повітря.
32. Індекси забруднення атмосферного повітря
33. Індекс якості атмосферного повітря, принцип обрахунку, мета застосування та недоліки
34. Значення контролю хімічного складу атмосферних опадів для оцінки якості атмосферного повітря.

Література до розділу

1. Про мінімальні вимоги з безпеки й охорони здоров'я до робочого місця. Директива 89/654/ЄС Європейського парламенту та ради від 30.11.1989 року. Доступ: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/schodo_minimalnikh_vimog_stosovni-3-286178.pdf
2. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. №827. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>
3. Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 р.

№343 (Втрата чинності від 05.09.2019, підстава – 827-2019-п). Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/343-99-%D0%BF#Text>

4. Про затвердження форми державного статистичного спостереження № 2-ТП (повітря) (річна) «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів». Наказ Державної служби статистики України № 162 від 25.06.2021 р. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0162832-21#Text>

5. Про технологічний підхід до запобігання та контролю промислового забруднення на основі ВАР і кращі успішні приклади країн ЄС Директива 2010/75/ЄС від 24 листопада 2010 року. Доступ: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/%202010_75_%D0%84%D0%A1.pdf

6. Про запобігання, зменшення та контроль забруднення, що виникає в результаті промислової діяльності. Проект Закону України 4167 від 29.09.2020 р. Доступ: http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/JI03322A.html

7. Niemi, J.V., et al. Sensors in air quality monitoring in Helsinki – field test results and utilization of complementary sensor networks (2018). Spain: Ed Air Quality Conference. Доступ: https://intranet.ciemat.es/ICIEMATportal/recursos/bibliotecas/biblioteca_central/305302450_1232019111427.pdf

8. Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи. Директива 2008/50/ЄС Європейського парламенту та ради від 21.05.2008 року. Доступ: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_950#Text (01.01.2022 р.)

9. DECISION OF THE EEA JOINT COMMITTEE No 19/2019 of 8 February 2019
Доступ: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:22020D0937&from=EN>

10. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. Доступ:

https://www.centrattek.ru/media/documents/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_17.2.3.01-86_%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8F_%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%BF%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2.pdf

11. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» Дата введення у дію 1991-07-01. Доступ: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293854/4293854583.pdf>

12. Про затвердження Порядку розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях. Наказ МВС України від 21.04.2021 р., №300. Доступ: http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/RE36257.html

13. Общесоюзный нормативный документ «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» від 04 серпня 1986 р. Доступ: <https://docs.cntd.ru/document/1200000112>

14. Дзюняк Д.Ю. Інформаційна технологія оцінювання параметрів викидів речовин за даними оперативного моніторингу забруднення атмосферного повітря. Дис. канд. техн. наук 05.13.06-інформаційні технології, Вінниця, 2017 р. Доступ: <https://itgip.org/wp-content/uploads/2016/10/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82-%D0%94%D0%B7%D1%8E%D0%BD%D1%8F%D0%BA%D0%B0-%D0%94.%D0%AE.pdf>

15. Про затвердження форми Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 25.02.2021 № 147. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0543-21#Text>

16. Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню. Постанова КМУ від 29.11.2001 р. №1598. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001-%D0%BF#Text>
17. Матвійчук В. К., Харь І. О. Забруднення атмосферного повітря: кримінальна відповідальність, досудове слідство та запобігання : Монографія / В. К. Матвійчук, І. О. Харь. – К.: Національна академія управління, 2013. – 272 с
18. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.01.2020 № 52. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0156-20>
19. Черниченко І.О. та інш. Гігієнічні нормативи хімічних речовин в атмосферному повітрі: досягнення минулого та сучасні погляди у майбутнє. // Довкілля та здоров'я. – 2021. – 4(101). – С. 51-57.
20. Про затвердження Загальних методичних рекомендацій щодо змісту та порядку складання звітів з оцінки впливу на довкілля. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.03.2021 р. №193. Доступ: <https://mepr.gov.ua/documents/3342.html>
21. Mary O. Amdur, Walter W. Melvin, Philip Drinker. Effects of Inhalation of Sulphur Dioxide by Man (англ.) // The Lancet. — Elsevier B.V, 1953. — 1 October (vol. 262 (iss. 6789)). — P. 758—759. — ISSN 0140-6736. — doi:10.1016/S0140-6736(53)91455-X
22. Jelkmann W., Oberthür W., Kleinschmidt T., Braunitzer G. Adaptation of hemoglobin function to subterranean life in the mole, *Talpa europaea* // *Respiration Physiology*, Volume 46, Issue 1, 1981, Pages 7-16
23. Wróblewska K., Jeong K. Effectiveness of plants and green infrastructure utilization in ambient particulate matter removal. *Environ Sci Eur* 33, 110 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00547-2>
24. Diener A., Mudu P. How can vegetation protect us from air pollution? A critical review on green spaces' mitigation abilities for air-borne particles from a public health perspective - with implications for urban planning. *Science of The Total Environment*. Volume 796, 2021
25. Fuhrer J., Achermann B. (eds.). Critical levels for ozone. Proc. UN-ECE Workshop on Critical Levels for Ozone, Swiss Federal Research Station for Agricultural Chemistry and Environmental Hygiene, Liebefeld-Bern, Switzerland, 1994
26. BANJA M., LASKA A. OZONE EFFECT ON VEGETATION IN TIRANA AREA *Natura Montenegrina*, Podgorica, 10(3):295-301
27. Sampling and characterization of bioaerosols. NIOSH Manual of Analytical Methods Edition: 5th Chapter: BAPublisher: National Institute for Occupational Safety and Health Editors: Kevin Ashley, Paula Fey O'Connor 2017. Доступ: https://www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/nmam_5thed_ebook.pdf
28. Sekar A., Varghese G. K., Ravi Varma M.K Analysis of benzene air quality standards, monitoring methods and concentrations in indoor and outdoor environment, *Heliyon*, 2019, Volume 5, Issue 11
29. Sampling and analytical methods for Benzene monitoring and measurement procedures Toxic and Hazardous Substances 1910.1028 App D. Доступ: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1028AppD>
30. Gallego E., Teixidor P., Javier Roca F., Francisco Perales J., Enrique Gadea, Outdoor air 1,3-butadiene monitoring: Comparison of performance of Radiello® passive samplers and active multi-sorbent bed tubes, *Atmospheric Environment* 2018, Volume 182
31. Low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition: overview of topic and future applications. Report World Meteorological Organization (WMO) 2018 Доступ: <https://www.ccacoalition.org/en/resources/low-cost-sensors-measurement-atmospheric-composition-overview-topic-and-future>

32. Про затвердження інструкції про зміст та порядок інвентаризації забруднюючих речовин на підприємстві. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки від 10.02.1995 р. №7. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0061-95>
33. Про затвердження Порядку державної реєстрації установок у Єдиному реєстрі з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.02.2021 р. № 311. Доступ: <https://mepr.gov.ua/documents/3289.html>
34. Колесник В.С., Павличенко А.В., Калініна К.Р. Екологічна класифікація якості атмосферного повітря за комплексними індексами його забруднення // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпро: ИГТМ НАНУ, 2017. — Вип. 137. — С. 156-169.
35. Cairncross, E.K., John, J. and Zunckel, M. (2007). A Novel Air Pollution Index Based on the Relative Risk of Daily Mortality Associated with Short-term Exposure to Common Air Pollutants. *Atmos. Environ.* 41: 8442-8454
36. Kanchan, Kanchan, Gorai, Amit Kumar A Review on Air Quality Indexing System // *Asian Journal of Atmospheric Environment*. 2015. Volume 9 Issue 2. P.101-113.
37. Zhen Liu, Luming Shen, Chengyu Yan, Jianshuang Du, Yang Li, Hui Zhao, "Analysis of the Influence of Precipitation and Wind on PM2.5 and PM10 in the Atmosphere", *Advances in Meteorology*, vol. 2020, Article ID 5039613, 13 p. <https://doi.org/10.1155/2020/5039613>
38. Ellis F. Darley (1960) Use of Plants for Air Pollution Monitoring, *Journal of the Air Pollution Control Association*, 10:3, 198-199, DOI: 10.1080/00022470.1960.10467919
39. Feder W.A. Plants as bioassay systems for monitoring atmospheric pollutants *Environ Health Perspect.* 1978. 27: 139–147. doi: 10.1289/ehp.7827139
40. Joshi N., Joshi A., Bist B. Phytomonitoring and Mitigation of Air Pollution by Plants // *Sustainable Agriculture in the Era of Climate Change*. 2020 P. 113-142
41. Badamasi H. Biomonitoring of Air Pollution Using Plants *MAYFEB Journal of Environmental Science*. 2017. Vol 2 – P. 27-39

РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ КОМПОНЕНТІВ ГІДРОСФЕРИ

Вода є найважливішим компонентом біосфери. Доступна вода – це головна умова наявності життя. Саме тому пошук життя в космосі перш за все спрямований на виявлення доступних для організмів обсягів води. Забезпеченість водою є обмежуючим фактором формування певного типу біому (див. докладніше <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/4-3>). Незалежно від рівня технологічного розвитку культури, людина завжди залежала від доступності води. Занепад більшості цивілізацій пов'язаний саме з дефіцитом водних ресурсів (цивілізації Центральної Америки, міжріччя Тигру та Євфрату, Єгипту). Сучасна господарська діяльність людини, незважаючи на високий технологічний розвиток, виявилася ще більш залежною від забезпеченості водою. Тому екологічний моніторинг компонентів гідросфери є найпріоритетнішим і стрімко розвивається у всіх країнах.

Моніторинг складових гідросфери – збір, оброблення, збереження, аналіз та узагальнення інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів.

Як можна бачити з визначення, моніторинг компонентів гідросфери не обмежується лише водним середовищем, а й поширюється на водні ресурси взагалі. Згідно Водного кодексу України, водні ресурси – це обсяги поверхневих, підземних і морських вод відповідної території. В широкому розумінні водні ресурси – це всі води гідросфери: води морів й океанів, річок, озер, каналів, водосховищ, підземні води, ґрунтова волога, водяна пара атмосфери, вода (лід) гірських і полярних льодовиків. Це пов'язано з тим, що завдяки явищу кругообігу води у біосфері всі компоненти пов'язані в одну єдину систему. Частина водних ресурсів розглядають в інших розділах моніторингу (наприклад, ґрунтова волога або водяна пара атмосфери). Але при цьому необхідно пам'ятати, що моніторинг компонентів гідросфери певного регіону неможливий без узгодженого зв'язку з інформацією про кліматичні зміни, стану ґрунтового покриву, рослинності.

Система моніторингу гідросфери в Україні на даний час є найбільш розвинутою, оскільки всі провідні галузі економіки України характеризуються значним водоспоживанням (сільське господарство, металургія, хімічна промисловість, комунальне господарство). Крім того, незважаючи на достатньо великі потенційні водні ресурси території України (209,8 куб. кілометрів річкових вод, підземні води – 7 куб. кілометрів), їх розподіл не відповідає територіальному розміщенню водоемких галузей економіки. Найбільша кількість водних ресурсів (58%) зосереджена в річках басейну Дунаю у прикордонних районах України, де потреба у воді не перевищує 5 % її загальних водних ресурсів країни. Найменш забезпеченими водними ресурсами є Донбас, Криворіжжя, Крим та південні області України, де зосереджено найбільших споживачів води. Причому лише 25 % водних ресурсів України формуються в межах її території. Решта надходить з території сусідніх країн.

Відповідно до Концепції розвитку водного господарства України (Постанова ВРУ від 14.01.2000 р. №1390-XIV) одним із визначальних принципів водозабезпечення економіки України є оптимальне поєднання загальнодержавних і регіональних інтересів з урахуванням **оцінки сучасного стану водних ресурсів, прогнозування їх змін у різні періоди року та самовідновного потенціалу водних джерел; забезпечення взаємодії в управлінні водогосподарською і водоохоронною діяльністю за басейновим принципом** [1]. Таким чином, екологічний моніторинг гідросфери є важливою складовою забезпечення розвитку водного господарства України.

Відповідно ст. 22 ЗУ «Про охорону навколишнього природного середовища» було розроблено «Порядок здійснення державного моніторингу вод» (Постанова КМУ від 20

липня 1996 р. № 815), що діяла до 2019 р [2]. У 2018 р. на виконання Додатку ХХХ до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом та ст. 8 Водної рамкової директиви № 2000/60/ЄС 19.09.2018 р. Постановою Кабінету Міністрів України №758 від 19 вересня 2018 р. прийнято «Порядок здійснення державного моніторингу вод» (далі Постанова №758 2018 р.), що кардинально змінив як процедури моніторингу, так і показники та параметри, що досліджуються [3].

Раніше екологічний стан вод визначали за хімічними показниками, що базувалися на санітарно-гігієнічних нормативах для води (ГДК). Наприклад, часто вода поліських річок має коричневий колір через наявність у ній гумінових та фульвокислот, і через це їх оцінювали як брудні, хоча насправді – це регіональна норма для даних гідроєкосистем. Інші критерії оцінки екологічного стану (наприклад, гідробіологічні показники) хоч і були розроблені, проте не мали законодавчого впровадження. Тепер для порівняння використовують еталонні показники одного і того ж самого річкового басейну. Причому основними індикаторними показниками є біологічні параметри біоценозів гідроєкосистеми, які є специфічними саме для цього басейну.

За старою методикою була відсутня класифікація стану річкової екосистеми, а оцінка здійснювалася лише по хімічних параметрах водного середовища. Тому було складно встановити інтегральний показник екологічного стану. Відтепер передбачено 5 класів екологічного стану та 2 класи хімічного стану водного масиву, що є аналогічними для водних екосистем країн ЄС.

Раніше збір даних здійснювали Держводагентство, Гідрометеослужба, Держекоінспекція, Санітарно-епідеміологічна служба тощо, і це лише стосувалося поверхневих вод. Морські води частково аналізувала Гідрометеослужба (даних мало і лише у прибережній зоні) та Державна азотно-чорноморська екоінспекція. Кожна організація збирала дані у своїх базах даних, своєму форматі та одиницях. В цілому більша частина повноважень дублювалася. Наразі Порядок встановлює чіткий розподіл обов'язків, а Міндовкілля виконує функцію зведення та координації моніторингу вод.

Новий порядок державного моніторингу вод є невід'ємною частиною реформи екологічного контролю (нагляду) та відповідальності і є основою для прийняття відповідних управлінських рішень. Узагальнюючи, можна назвати такі задачі, які він виконує:

- реальна оцінка стану водних ресурсів та можливість ухвалення ефективних рішень на основі достовірних даних;
- громадськість не просто отримує доступ до інформації про стан водних об'єктів, але матиме достовірну та верифіковану інформацію;
- інтеграція із системою моніторингу країн ЄС – дані класифіковані за європейськими стандартами та у повній відповідності водним директивам ЄС.

Проте, **основним завданням моніторингу гідросфери** є надання інформації для прийняття управлінських рішень, які забезпечать досягнення екологічних цілей для поверхневих, підземних та морських вод, стан яких відповідно до Водної рамкової директиви ЄС (№ 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 р.) повинен відповідати «доброму стану» [4].

Державний моніторинг гідросфери за об'єктами спостережень поділяється на три частково незалежні частини: **моніторинг поверхневих вод, моніторинг морських вод та моніторинг підземних вод.**

Моніторинг поверхневих вод досліджує **масиви поверхневих вод** (поверхневі водні об'єкти або їх частини), які включають:

- природні водойми (озера), водотоки (річки, струмки);
- штучні водойми (водосховища, ставки), канали та інші водні об'єкти.

Моніторинг морських вод досліджує **внутрішні морські води та територіальне море** (12 морських миль – 22,2 км); **води виключної (морської) економічної зони України** (200 миль); **прибережні та перехідні води** (згідно Постанови №758 2018 р.

прибережні води є об'єктом моніторингу поверхневих вод, але аналіз результатів її впровадження вказує на їх включення до програм моніторингу морських вод).

Моніторинг підземних вод досліджує **масиви підземних вод** (підземні водні об'єкти або їх джерела).

3.1 Суб'єкти моніторингу гідросфери

До суб'єктів державного моніторингу вод належать Міндовкілля (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів), підрозділ Міністерства внутрішніх справ ДСНС (Гідрометеослужба), Держводагентство та їх територіальні органи, що мають власні мережі пунктів спостережень та атестовані лабораторії.

Крім того, суб'єкти, що здійснюють державний соціально-гігієнічний моніторинг, державний нагляд (контроль) за додержанням законодавства про охорону навколишнього природного середовища, санітарного законодавства, законодавства про охорону, використання і відтворення риби та інших водних живих ресурсів (водних біоресурсів), державний контроль за провадженням рибогосподарської діяльності та в галузі охорони, використання та відтворення водних біоресурсів безоплатно щомісяця до 5 числа подають суб'єктам державного моніторингу вод дані, одержані за результатами такого моніторингу або нагляду (контролю). Також Держрибагентство надає суб'єктам державного моніторингу вод інформацію про державний моніторинг водних біоресурсів у рибогосподарських водних об'єктах (їх частинах). Держгеокадастр забезпечує топографо-геодезичною і картографічною інформацією та геопросторовими даними. Державне космічне агентство подає суб'єктам державного моніторингу вод архівну та оперативну аерокосмічну інформацію дистанційного зондування Землі на території України. Таким чином, зазначені державні установи **не належать до суб'єктів державного моніторингу вод**.

Також **водокористувачі**, які згідно із законодавством зобов'язані вести спостереження за якістю і кількістю скинутих у водні об'єкти зворотних вод і забруднювальних 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 довідкова і включається до складу офіційної лише після перевірки та підтвердження її достовірності суб'єктами державного моніторингу вод.

Загальна координація та організація державного моніторингу вод здійснюються Центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Також на нього покладено обов'язки затвердження програм державного моніторингу вод, узгодження та збору інформації даного моніторингу.

Науково-методичне забезпечення державного моніторингу вод здійснюють базові наукові установи суб'єктів моніторингу вод, а їх діяльність координується базовою науковою установою Міндовкілля – Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем (УКРНДІЕП).

Основним нормативним документом, який узгоджував діяльність суб'єктів моніторингу вод, був Наказ Міндовкілля № 485, 24.12.2001 р. «Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод», який було скасовано Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 10 березня 2017 р. № 166-р. Проте, залишаються чинними ряд методичних документів, що встановлюють єдині технічні вимоги до організації та здійснення спостережень за станом поверхневих і морських вод, прибережних зон водосховищ, підземних вод, джерел забруднення вод, за гідрологічними показниками оцінки кількості вод, за фізико-хімічними і біологічними, токсикологічними, бактеріологічними, вірусологічними, радіологічними показниками

якості вод, а також технічні вимоги до обробки і надання інформації щодо фонових і загального моніторингу:

- Рекомендації щодо співставлення даних моніторингу вод (РД 211.1.8.103-2002);
- Методичні вказівки щодо проведення інвентаризації лабораторій аналітичного контролю (РД 211.0.7.104-02);
- Методичні вказівки та вимоги щодо оснащення типових пунктів оперативного контролю води (РД 211.1.7.105-02);
- Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Міндовкілля) (КНД 211.1.1.106-2003).

Результати моніторингу мають відображатися у системі «Відкрите довкілля» (Розпорядження КМУ від 07 листопада 2018 року №825-р Концепція створення загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля») [5] та на веб-порталі Держводагентства «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» (<http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>). За задумом у показниках стану води буде легко розібратися: всього 5 класів екологічного стану, що мають чітке кольорове відображення. На момент початку 2022 р. на веб-порталі Держводагентства відображено інформацію поточного стану поверхневих вод лише за 10 показниками (Азот загальний, Біохімічне споживання кисню за 5 діб, Завислі (суспендовані) речовини, Кисень розчинений, Сульфат-іони, Хлорид-іони, Амоній-іони, Нітрат-іони, Нітрит-іони, Фосфат-іони (поліфосфати)).

3.2 Загальна концепція державного моніторингу складових гідросфери

Основною структурною одиницею моніторингу є **масив вод** – (water body), що являє собою цілісну субодиницю річкового басейну, який може бути природним або штучно створеним елементом, в якому зосереджено води (море, лиман, річка, струмок, озеро, водосховище, ставок, канал, а також підземний водоносний горизонт), для яких встановлюються екологічні цілі та які використовуються для оцінки досягнення цих екологічних цілей. Розрізняють **масиви поверхневих вод** та **масиви підземних вод**:

Масиви поверхневих вод є поверхневими водними об'єктами або їх частинами.

Масиви підземних вод є підземними водними об'єктами або їх частинами.

За метою та завданнями державний моніторинг вод поділяється на **4 процедури** – **діагностичний, операційний та дослідницький**:

1) Діагностичний моніторинг (базовий оціночний моніторинг) – основною метою є розроблення програми державного моніторингу вод, що оновлюється кожні 6 років та передбачає такі завдання (рис. 3.1):

- встановлення **референційних** умов та оцінка їх довгострокових змін;
- оцінка довгострокових змін, спричинених антропогенним впливом на стан поверхневих та підземних вод;
- оцінка довгострокових тенденцій зміни рівня та концентрації забруднювальних речовин у підземних водах внаслідок природних змін та антропогенного впливу на їх стан;
- доповнення та підтвердження результатів визначення основних антропогенних впливів на кількісний і якісний стан поверхневих та підземних вод, у тому числі від **точкових і дифузних джерел**.

Для морських вод проведення діагностичного моніторингу не передбачено, хоча принципових відмінностей у процедурах немає.



Рис. 3.1 Діагностичний моніторинг

Референційними умовами вважають такі параметри та показники водної екосистеми, що відображають стан навколишнього природного середовища за відсутності або мінімального антропогенного впливу і відповідають «непорушеним» умовам за відсутності або лише «дуже незначний» вплив людської діяльності. Встановлення референційних умов для водойми є концептуальною зміною парадигми оцінки екологічного стану гідроекосистеми, яка полягає у заміні **критеріального** підходу до оцінки, що передбачав хімічний контроль якості води як ресурсу та встановленні нормативів якості води (ГДК), на **компаративний** підхід, що базується на біологічному контролі структури і функціонування водної екосистеми. Хоча паралельно продовжується контроль за дотриманням нормативів якості води (ГДК).

Основним способом встановлення референційних умов є виявлення непорушених людиною природних гідроекосистем. За умов відсутності референційних умов при суцільній зміні гідроекосистеми допускається застосування даних ретроспективного аналізу (за результатами раніше проведених досліджень) та палеореконструкції, моделювання природних закономірностей змін гідроекосистеми.

Також важливим завданням діагностичного моніторингу є виявлення факторів антропогенного впливу на масиви поверхневих та підземних вод, зокрема ідентифікація джерел забруднення водних об'єктів. Розрізняють два типи таких джерел – точкові та дифузні:

Точкові джерела — джерела надходження до водного об'єкта забруднювальних і біогенних речовин, що спричинене їх скиданням в місці, для якого можна встановити точні географічні координати;

Дифузні джерела — джерела потенційного надходження забруднювальних і біогенних речовин до водного об'єкта шляхом їх змиву з водозбірної площі, коли неможливо виявити точні географічні координати джерела забруднення.

Для масивів поверхневих вод діагностичний моніторинг здійснюється протягом **першого року** впровадження державного моніторингу вод. Для масивів поверхневих вод, у яких відсутній ризик недосягнення цільових екологічних показників, діагностичний моніторинг здійснюється додатково протягом **четвертого року** виконання державного моніторингу вод. Для масивів підземних вод діагностичний моніторинг проводиться протягом **перших двох років** здійснення державного моніторингу вод або (у разі потреби) довше.

Екологічною ціллю є досягнення/підтримання «доброго екологічного стану» всіма масивами поверхневих вод відповідно термінології Водної Рамкової Директиви ЄС (№ 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 р.). Для штучних або істотно змінених масивів

поверхневих вод застосовується термін «добрий екологічний потенціал», оскільки *a priori* «добрий екологічний стан» для них є недосяжним.

2) Операційний моніторинг (супровідний моніторинг) здійснюється для масивів поверхневих та підземних вод, для яких існує ризик недосягнення екологічних цілей, а також масивів поверхневих та підземних вод, з яких здійснюється забір води для задоволення питних і побутових потреб населення протягом року в середньому понад 100 куб. метрів на добу. Основними **цілями та метою** операційного моніторингу є (рис. 3.2):

- визначення екологічного і хімічного станів масивів поверхневих вод та кількісного і хімічного станів масивів підземних вод за пріоритетними біологічними показниками та хімічними параметрами;
- оцінка змін в екологічному і хімічному стані масивів поверхневих вод (в екологічному потенціалі штучних або істотно змінених масивів поверхневих вод), а також в кількісному і хімічному стані масивів підземних вод, що є результатом виконання плану управління річковим басейном;
- виявлення довгострокових тенденцій збільшення концентрацій забруднювальних речовин у масивах підземних вод, зумовлених антропогенним впливом на їх стан.



Рис. 3.2 Операційний моніторинг

Операційний моніторинг здійснюється щороку в період між роками проведення діагностичного моніторингу (відповідно 2-3 та 5-6 роки функціонування програми державного моніторингу вод).

Показники, за якими здійснюється операційний моніторинг, та періодичність їх вимірювання встановлюються з урахуванням результатів діагностичного та дослідницького моніторингу, а також даних, одержаних в результаті реалізації заходів державного нагляду (контролю) та державного соціально-гігієнічного моніторингу, даних передбаченої законодавством звітності (включаючи державну статистичну звітність), а також інформації щодо об'єктів та видів діяльності, що підлягають оцінці впливу на довкілля згідно із Законом України «Про оцінку впливу на довкілля». Таким чином, на відміну від діагностичного моніторингу, операційний моніторинг проводиться шляхом спостереження за пріоритетними або індикаторними показниками, які були виявлені в ході попередніх досліджень під час діагностичного моніторингу та/або є важливими для господарського використання водних ресурсів (перш за все для забезпечення питного водопостачання).

3) **Дослідницький моніторинг** проводиться для встановлення причин недосягнення екологічних цілей, виявлених в процесі здійснення **діагностичного моніторингу**, до початку виконання **операційного моніторингу**, а також у випадку аварійного забруднення вод – для з'ясування масштабів та наслідків (раніше цей вид моніторингу мав назву «кризовий») (рис. 3.3).



Рис. Дослідницький моніторинг

Дослідницький моніторинг здійснюється суб'єктами державного моніторингу вод. Суб'єкти державного моніторингу вод самостійно визначають пункти моніторингу, перелік показників та періодичність їх вимірювання з урахуванням встановлених особливостей в ході **діагностичного/операційного моніторингу**

3.3 Моніторинг масивів поверхневих вод

Моніторинг масивів поверхневих вод відповідає басейновому принципу управління річками – тобто оцінка стану проводиться для всього басейну, а не для ділянки річки в межах адміністративного району. На законодавчому рівні інтегроване управління водними ресурсами за басейновим принципом було запроваджено у 2016 році шляхом створення **басейнових рад** (органів управління річковими басейнами) та за **Планами управління басейнами річок**.

Басейнова рада – консультативно-дорадчий орган у межах території річкового басейну, утворений при центральному органі виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері розвитку водного господарства, з метою забезпечення раціонального використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів, інтегрованого управління ними.

Басейнова рада утворюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері розвитку водного господарства, для вироблення пропозицій та забезпечення узгодження інтересів підприємств, установ та організацій у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів у межах басейну.

Рішення басейнових рад враховуються під час розроблення планів управління басейном та реалізації заходів щодо раціонального використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів.

До складу басейнових рад входять представники центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, інших зацікавлених організацій, установ, підприємств та представники громадськості.

В Україні створено та функціонують 13 басейнових рад (рис. 3.4): Десни та верхнього Дніпра, Середнього Дніпра, Прип'яті, Нижнього Дніпра, Нижнього Дунаю, Південного Бугу, Сіверського Дінця та Нижнього Дону, Західного Бугу та Сяну, річок Причорномор'я, річок Приазов'я (більш докладно про склад та роботу рад див.: <https://www.davr.gov.ua/monitoring-vodv2>).



Рис. 3.4 Басейнові ради України

На практиці це означає, що моніторинг дає оцінку стану екосистеми усієї річки цілісно, із притоками, струмками та гирлом. Аналіз інформації дозволяє обрати необхідні заходи для відновлення річки, адже басейновий принцип управління водними ресурсами також передбачає, що фінансовий механізм гарантує безпосередній зв'язок між платою за водокористування і фінансуванням пріоритетних водоохоронних заходів у межах всього басейну. Впродовж першого року в ході діагностичного моніторингу всі водні об'єкти розділяються за станом на «хворі» та «здорові», і гроші спрямовуються саме на хворих, а не на усі без розбору (в результаті – на ніякі). До реформи моніторинг стосувався всієї річки, тобто декілька замірів проводилися у верхів'ї річки чи після населених пунктів, а отримані результати приписували екосистемі всієї річки. Тепер моніторинг проводиться для кожного окремого водного масиву, на які може бути поділена річка.

Поверхневі води – води суходолу, що постійно або тимчасово перебувають на земній поверхні у формі різних водних об'єктів у рідкому (водотоки, водойми) і твердому (льодовики, сніговий покрив) станах.

Постановою №758 2018 р. введено нове поняття **масиву поверхневих вод** – поверхневий водний об'єкт або його частина, що:

– має чіткі фізичні межі;

– суттєво відрізняється від суміжних масивів за певними ознаками (наприклад, відноситься до іншої категорії водойм, має інший екологічний або хімічний стан, зазнає специфічного антропогенного впливу).

Критерії, показники та послідовність дій під час визначення масивів поверхневих та підземних вод визначаються «Методикою визначення масивів поверхневих та підземних вод», (Наказ Міндовкілля 14.01.2019 №4.) Масиви поверхневих та підземних вод визначаються принаймні 1 раз на 6 років [6]. За потреби масиви поверхневих та підземних вод переглядаються та уточнюються.

Критерії виокремлення масиву:

- екорегіон (Карпати, Понтійська провінція, Східні рівнини, Угорська низовина);
- категорія поверхневих вод (річки, озера, перехідні води, прибережні води, штучні або істотно змінені масиви поверхневих вод);
- типологія (за висотою водозабору, сер. глибиною, площею водозабору та водного дзеркала, геологічними породами ложа, солоністю);
- географічні та гідроморфологічні відмінності;
- зміни екологічного стану (за даними моніторингу);
- зони (території), які підлягають охороні (об'єкти природно-заповідного фонду, санітарної охорони, цінних біоресурсів).

Викладені критерії згруповано за ієрархічним порядком. Так, масиви поверхневих вод категорій «річки» та «озера» мають належати до одного з екорегіонів. Межа екорегіонів є лінією поділу водного об'єкта на окремі масиви поверхневих вод. Масив поверхневих вод не може складатися з різних категорій поверхневих вод.

Місце впадіння притоки, яка є подібною за гідрологічними характеристиками (розмір басейну, об'єм стоку), або місце злиття річок є підставою для розмежування масивів поверхневих вод або визначення масиву поверхневих вод у річці (рис. 3.5).

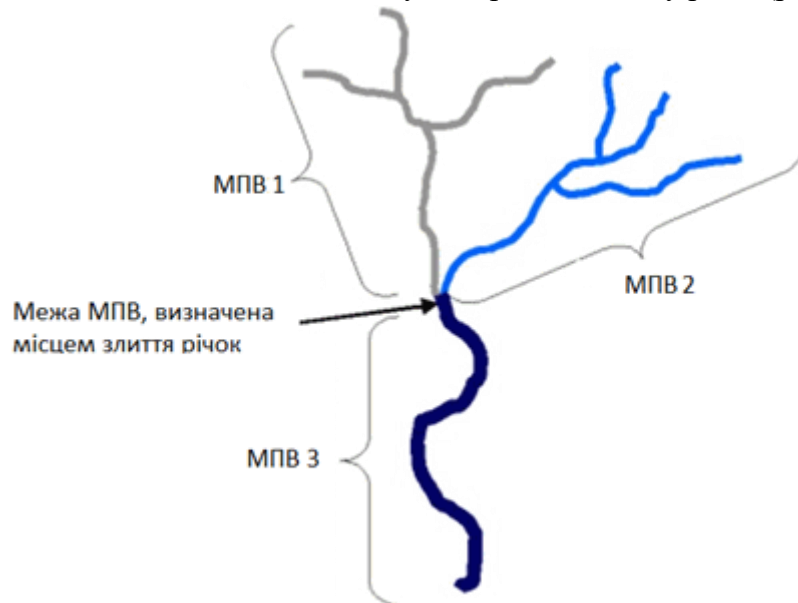


Рис. 3.5 Принцип диференціації масивів поверхневих вод у місці злиття двох річок

Зміни гідрологічних та/або морфологічних характеристик поверхневих вод у результаті діяльності людини також є підставою для визначення масиву поверхневих вод, оскільки гідроекосистема не може мати «добрий» стан через зміну гідроморфологічних параметрів водного об'єкту (наприклад, створення греблі) (рис. 3.6).



Рис. 3.6 Принцип визначення масивів поверхневих вод у зв'язку з штучними гідроморфологічними змінами

Зміна екологічного стану поверхневих вод є окремим критерієм для визначення масиву поверхневих вод (рис. 3.7). Визначення екологічного стану здійснюється за даними моніторингу та/або оцінки основних антропогенних впливів. Тому розподіл виділених масивів поверхневих вод переглядають один раз на 6 років після завершення програми державного моніторингу вод для відповідного басейну/суббасейну.

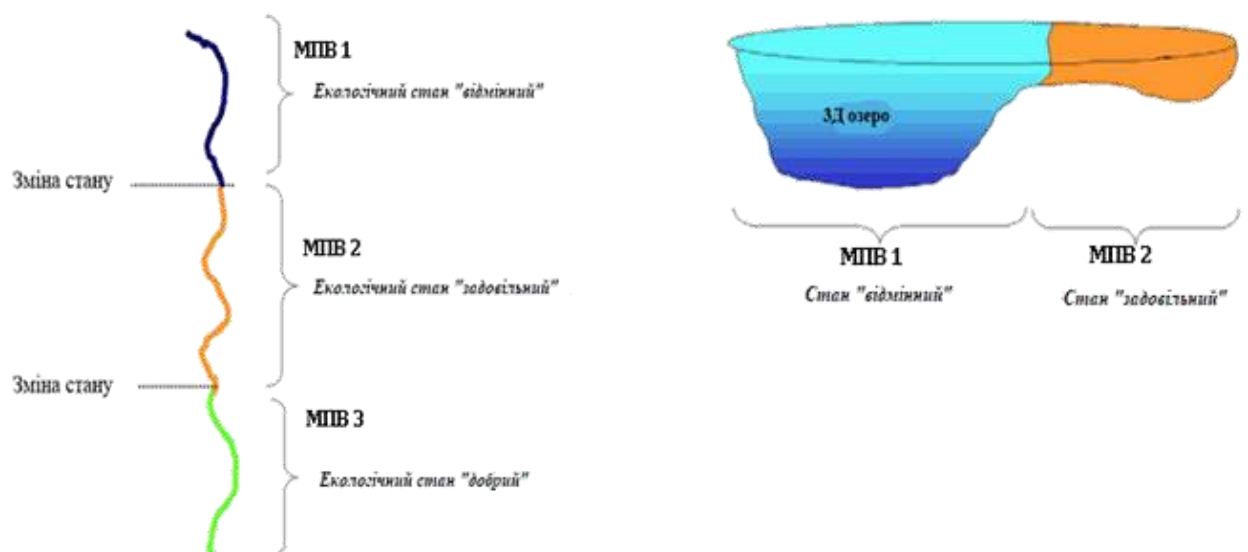


Рис. 3.7 Принцип визначення масивів поверхневих вод відповідно до зміни екологічного стану

Для визначення штучних або істотно змінених масивів поверхневих вод зміни природних характеристик водного об'єкта мають бути масштабними, відчутними не менше, ніж протягом року та насамперед мати негативний вплив на водну екосистему, а саме:

– наявність перешкод у руслі (наприклад, греблі), що призвели до порушення вільної течії води, транспорту наносів та зважених речовин і вільної міграції водних організмів, коливання рівнів води;

- змін характеристик водного режиму (зменшення або збільшення природних витрат води на 30 % і більше за рахунок перерозподілу стоку; якщо існують технічні можливості коливання рівнів води (наприклад, на гідровузлах) понад 1 м на добу;

- якщо щонайменше 70 % довжини масиву поверхневих вод зазнало впливу на гідрологічний режим та змін морфології русла, берега або прилеглої частини заплави;

- змін фізико-хімічних показників води (наприклад, температура, вміст кисню), пов'язаних з антропогенним впливом, які призводять до загибелі або зміни домінуючих видів гідробіонтів;

- водний об'єкт створено на тому місці, де раніше не було поверхневих вод природного походження (магістральні канали; наливні водосховища/ставки; наливні водойми-охолоджувачі; канали, створені для територіального або міжбасейнового перерозподілу стоку; зрошувальні системи; осушувальні системи; кар'єрні озера тощо).

Крім параметрів самого водного об'єкта, при визначенні меж масивів поверхневих вод враховуються види господарського використання поверхневих вод (наприклад, для питних потреб), а також зони (території), які підлягають охороні (наприклад, об'єкти Смарагдової мережі, зони санітарної охорони, зони охорони цінних видів водних біоресурсів). Межі масивів поверхневих вод та зон (територій), які підлягають охороні, здебільшого збігаються. У разі якщо зона (територія), яка підлягає охороні, не повністю розташована у межах масиву поверхневих вод, масив поверхневих вод поділяють на окремі масиви поверхневих вод.

Розглянемо принцип виділення масивів поверхневих вод на прикладі басейну річки Дністер. Відповідно до дескрипторів визначено 33 типи масиви. Район басейну знаходиться в межах трьох екорегіонів – Карпати (код 10), Східні рівнини (код 16), Понтійська провінція (код 12). За площею водозбору річки віднесено до малих (з площею водозбору менше 100 км²), середніх (від 100 до 1000 км²), великих (від 1000 до 10 000 км²) та дуже великих (більше 10 000 км²). Відповідно до висоти водозбору річки басейну розташовані на низовині (менше, ніж 200 м), височині (від 200 до 500 м), низькогір'ї (до 1000 м) та середньогір'ї (від 800-1000 до 2500 м). Геологічні породи району басейну річки Дністер представлені трьома типами: вапнякові (Ca), силікатні (Si) та органічні (O). В результаті в басейні р. Дністер визначено 1154 масиви поверхневих вод, з них «річки» - 835 масивів, «істотно змінені масиви» – 286, «штучні масиви поверхневих вод» - 30, «перехідні води» – 2, «прибережні води» – 1 (рис. 3.8).

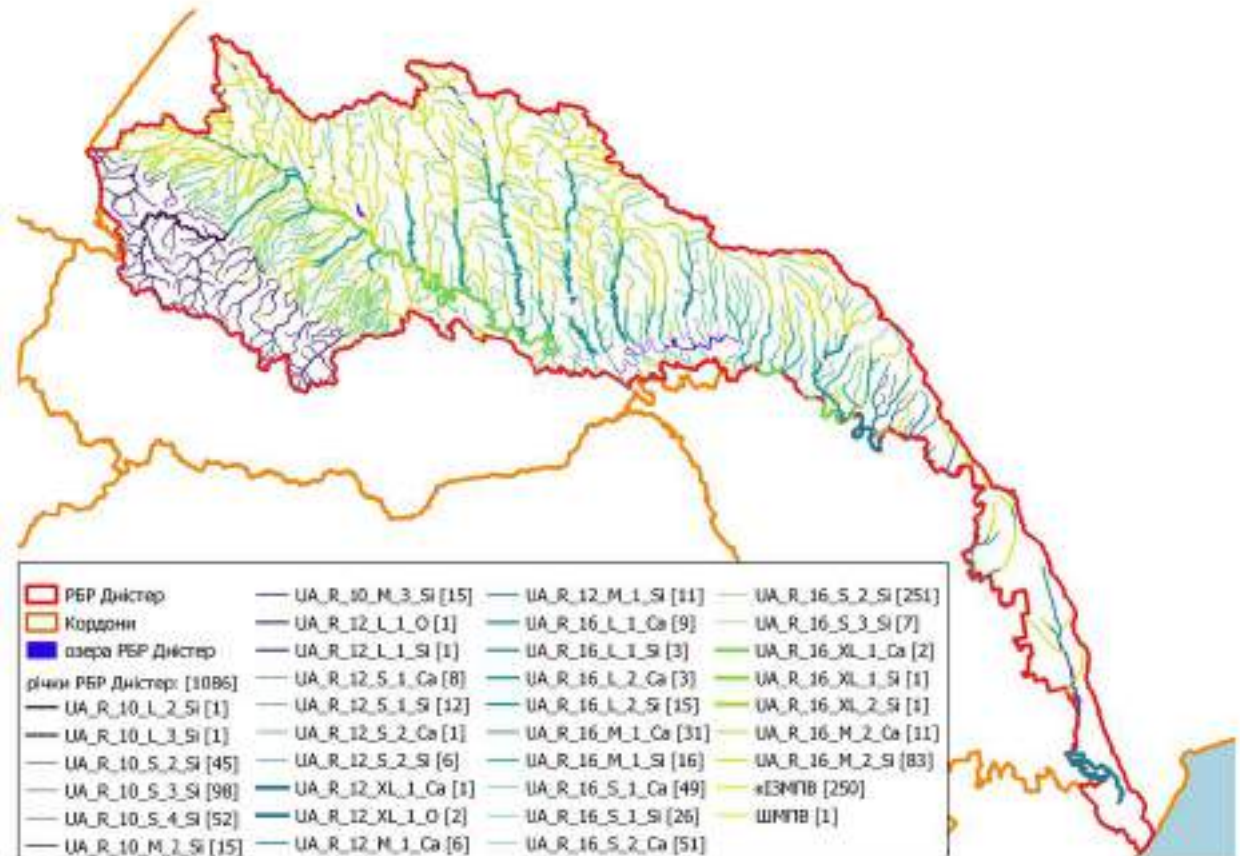


Рис. 3.8 Розподіл виділених масивів поверхневих вод в басейні р. Дністер станом на 2022 р.

Можна бачити, що в межах порівняно невеликого басейну спостерігається величезне різноманіття типів масивів поверхневих вод, яке неможливо охопити жодною програмою моніторингу. Тому при формуванні мережі моніторингу обирають найпоширеніші типи масивів. Типізація масивів поверхневих вод дозволяє проводити порівняльний аналіз окремих водойм та здійснювати екстраполяцію результатів моніторингу на об'єкти, що належать до однакових типів масивів поверхневих вод.

3.3.1 Формування мережі пунктів моніторингу масивів поверхневих вод

Відповідно до пункту 9 «Про порядок здійснення державного моніторингу вод» затверджено Програму державного моніторингу вод в частині діагностичного та операційного моніторингу поверхневих вод, що передбачає проведення спостережень на 583 пунктах моніторингу (станом на 2022 р.), які охоплюють масиви поверхневих вод всіх річкових басейнів та суббасейнів (Наказ Міндовкілля від 05.01.2022 р. №1) [7] (рис. 3.9).



Рис. 3.9 Розташування пунктів моніторингу на території України (<http://geoportal.davr.gov.ua:81/#waterRiverSubbassinSidebar>)

Ці пункти базуються на існуючих двох частково незалежних мережах пунктів спостережень за поверхневими водами (табл. 3.1):

- пункти спостережень ДСНС (Гідрометеослужба);
- пункти спостережень Держводагентства.

Таблиця 3.1. Розподіл пунктів моніторингу за станом масивів поверхневих вод за басейнами/суббасейнами, та розподіл обов'язків суб'єктів моніторингу

№	Басейн/суббасейн	Загальна кількість	Біологічні показники	Фізико-хімічні показники		Хімічні показники	Гідроморфологічні показники
			ДСНС	Держводагентство	ДСНС	Держводагентство	ДСНС
1	Басейн Дністра	92	92	31	61	92	78
2	Басейн Дунаю (включаючи суббасейни р. Прут, р. Сірет, Нижнього Дунаю)	103	21	25	76	103	78
3	Басейн Вісли	23	23	12	11	23	17
4	Басейн Дону	72	72	12	60	72	58
5	Басейн Приазов'я	19	19	3	16	19	14
6	Басейн Причорномор'я	16	16	11	5	16	7
7	Басейн Південного Бугу	50	50	15	35	50	23

8	Суббасейн Верхнього Дніпра та Десни	20	20	12	8	20	19
9	Суббасейн Прип'яті	38	38	11	27	38	32
10	Суббасейн Середнього Дніпра	77	77	20	57	77	39
11	Суббасейн Нижнього Дніпра	75	75	18	57	75	35

Можна бачити, що розподіл кількості пунктів спостережень за окремими басейнами є нерівномірним і не відповідає величині площі басейну, проте відбиває густоту гідрографічної мережі. Найбільше число пунктів спостережень є характерним для басейну Дунаю, на другому місці знаходиться басейн Дністра. Також окремі складові програм моніторингу мають різний ступінь розвитку за окремими басейнами, що відображає технічні можливості регіональних підрозділів ДСНС та Держводагентства. Якщо фізико-хімічні та хімічні показники досліджуються на всіх пунктах спостережень, то біологічні показники найбільш повно досліджуються для всіх басейнів, крім басейну Дунаю. Дослідження гідроморфологічних показників проводиться лише на тих об'єктах, які мають пріоритетне значення за цими параметрами.

3.3.2 Складові мережі моніторингу масивів поверхневих вод

Мережа пунктів моніторингу масивів поверхневих вод ДСНС представлена гідрологічними постами (ГП) Гідрометеослужби України.

Гідрологічний пост – пункт спостережень за гідрологічними явищами на водному об'єкті, обладнаний необхідним устаткуванням для систематичних гідрологічних та гідрохімічних досліджень.

На даний момент в Україні функціонує 440 постів (378 річкових, 62 озерних): 340 – витратних, 240 – гідрохімічних.

В залежності від обладнання та кількості досліджуваних гідрологічних параметрів, пости поділяють на:

ГП 1 розряду – проводить повний обсяг гідрологічних досліджень.

ГП 2-4 розряду – проводить дослідження за скороченою програмою.

Гідрологічні параметри за Державною програмою гідрометеорологічних спостережень Гідрометеорологічної служби України (табл. 3.2):

1. Рівень води (всі розряди).
2. Нахил водної поверхні (ГП-1).
3. Витрати води (ГП 2,3).
4. Температура води (всі розряди).
5. Мутність води (всі розряди).
6. Витрати завішених часток (ГП-1).
7. Спостереження за забрудненням (всі пости в різному обсязі).

З 2019 р. значна частина гідрологічних постів увійшла до складу системи державного моніторингу масивів поверхневих вод і розширила перелік спостережень за двома складовими – гідрологічним режимом та морфологічними умовами водних об'єктів.

**Таблиця 3.2. Гідроморфологічні спостереження на гідрологічних постах
Гідрометеослужби у рамках програм державного моніторингу масивів поверхневих
вод**

Найменування показника	Річки	Озера	Прибережні води
Гідрологічний режим:			
- витрати води та їх динаміка,	3 рази на місяць		-
- зв'язок з підземними водами,	3 рази на місяць	1 раз на рік	-
- рівні води та їх динаміка,	-	1 раз на місяць	-
- період водообміну.	-	1 раз на рік	-
Морфологічні умови:			
- неперервність річки,	1 раз на 6 років	-	-
- глибина річки та варіативність ширини,	1 раз на 6 років або після проходження паводків на 10% вище максимальної водозабезпеченості	-	-
- структура русла (річки) та донні відклади (об'єм та структура),	1 раз на 6 років або після проходження паводків на 10% вище максимальної водозабезпеченості	1 раз на 6 років	1 раз на 6 років
- структура прилеглої частини заплави (берега),	1 раз на 6 років або після проходження паводків на 10% вище максимальної водозабезпеченості	1 раз на 6 років	-
- варіативність глибини.	-	1 раз на 6 років	1 раз на 6 років

Мережа пунктів спостереження Держводагентства складається з пунктів спостереження за забрудненням та лабораторій моніторингу вод.

Пункт моніторингу за забрудненням – місце на водоймі чи водотоці, в якому проводять комплекс робіт для отримання даних про склад і властивості води. При наявності у населеному пункті декількох джерел забруднення під пунктом моніторингу слід розуміти ділянку водойми чи водотоку, на якій розташовано весь населений пункт, а не окремі джерела забруднення. Назва пункту моніторингу надається за назвою постійного орієнтиру (населений пункт, шахта, електростанція, гирло річки, гребля тощо) для певного водного об'єкта (наприклад, м. Запоріжжя; р. Дніпро).

На кожний пункт моніторингу оформлюється Паспорт згідно форми дод. 15 КНД 211.1.1.106-2003 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод». Зміни розташування або кількості пунктів моніторингу здійснюються за поданням Держводагентства за погодженням Державного управління екології та природних ресурсів обласних державних адміністрацій.

Для проведення лабораторних досліджень зразків води на території України діють чотири базові лабораторії моніторингу вод – Західного (м. Івано-Франківськ), Східного (м. Слов'янськ), Північного (м. Вишгород) та Південного регіонів (м. Одеса), які забезпечують виконання вимірювань пріоритетних забруднювальних речовин. Також кожне Басейнове управління має свої Басейнові лабораторії моніторингу вод та ґрунтів.

Організація пункту моніторингу масиву поверхневих вод

До 2018 р. порядок організації пунктів спостереження визначався Наказом Міністерства екології та природних ресурсів від 24.12.2001 р. №485. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод було скасовано Розпорядженням КМУ від 10.03.2017 р. №166-р. Проте, у зв'язку з тим, що існуюча мережа пунктів моніторингу вод була створена та функціонувала за згаданими правилами, фактично їх організація залишилася незмінною.

В межах пункту моніторингу досліджують окремі *створи*.

Створ пункту моніторингу – умовний поперечний переріз водойми, де проводиться комплекс робіт для одержання інформації про якість води на даній ділянці водойми (рис. 3.10).

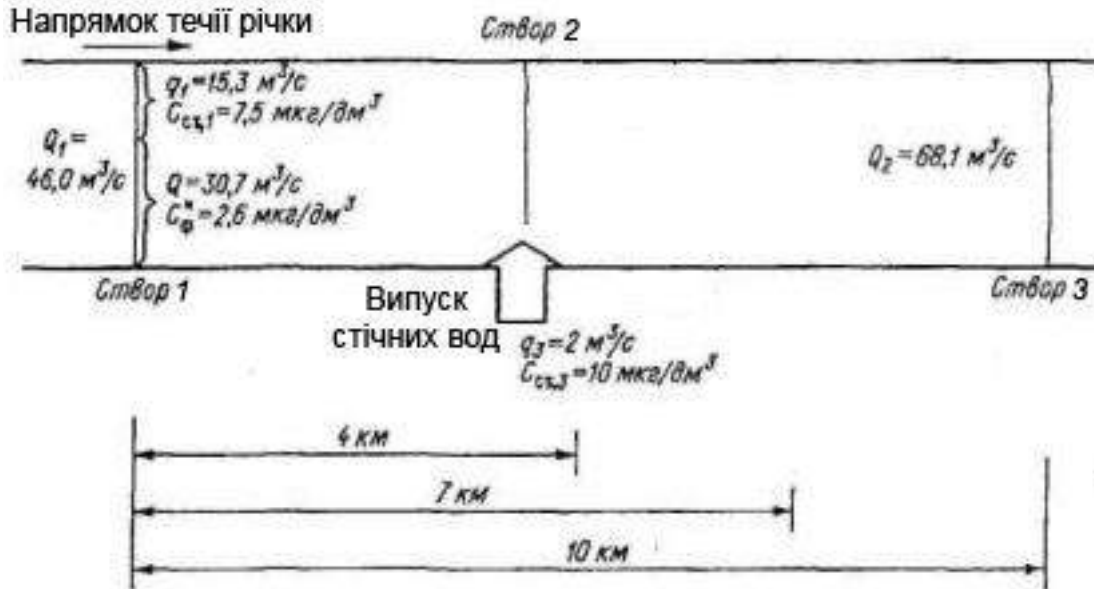


Рис. 3.10 Розташування створів на річковому руслі

Створ спостережень повинен характеризувати типові умови для досліджуваної ділянки водойми: урахування гідрометричних умов і морфологічних особливостей водоймища, наявність джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод.

Один створ – за відсутності організованого джерела забруднення, на незабруднених ділянках водотоків, на кінцевих ділянках річок і в місцях перетину державного кордону України встановлюють один створ.

За наявності організованого джерела забруднення на водотоках встановлюють два і більше створів. **Перший** (фоновий) створ рекомендується розміщувати на відстані 1 км вище від джерела забруднення (до 2020 р. відстань була чітко регламентована наказом Міндовкільля України від 15.12.1994 р. № 116 «Про затвердження Інструкції про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами»); **другий** – у місці надходження забруднення; **третій** – у місці гарантованого змішування стічних вод із водами річки (змішування не менше 80%). Ступінь змішування залежить від співвідношення витрат річної та стічної води, від швидкості течії водного об'єкту, його глибини, звивистості, типу скиду стоків та відстані від місця скиду до розрахункового створу і визначається за рівнянням Фролова-Родзіллера. На річках, де створ гарантованого змішування знаходиться далеко від джерела забруднення, процес трансформації частини забруднювальних речовин може завершитися до створу змішування, і їх вплив на фізичні властивості та хімічний склад води у створі змішування може бути не виявлено. У цьому випадку створ встановлюють у найближчому створі водокористування. На річках, що відносяться до категорії водойм рибогосподарського призначення, такий створ встановлюють залежно від умов змішування, але не далі 0,5 км від місця скиду зворотних вод.

За наявності групи джерел забруднення перший створ розташовують вище першого джерела, нижній – нижче останнього. Між створами вище і нижче джерел забруднення можуть бути встановлені додаткові створи, які повинні характеризувати вплив окремих джерел забруднення. За наявності на водотоці декількох рукавів створи розташовують на тих із них, де спостерігаються найбільші витрати і (або) порушення норм якості води водотоків.

У процесі спостережень за водоймищем загалом встановлюють не менше трьох створів, по можливості рівномірно розподілених його акваторією з урахуванням конфігурації берегової лінії (рис. 3.11). При контролі на окремих забруднених ділянках водоймища створи встановлюються з урахуванням умов водообміну.

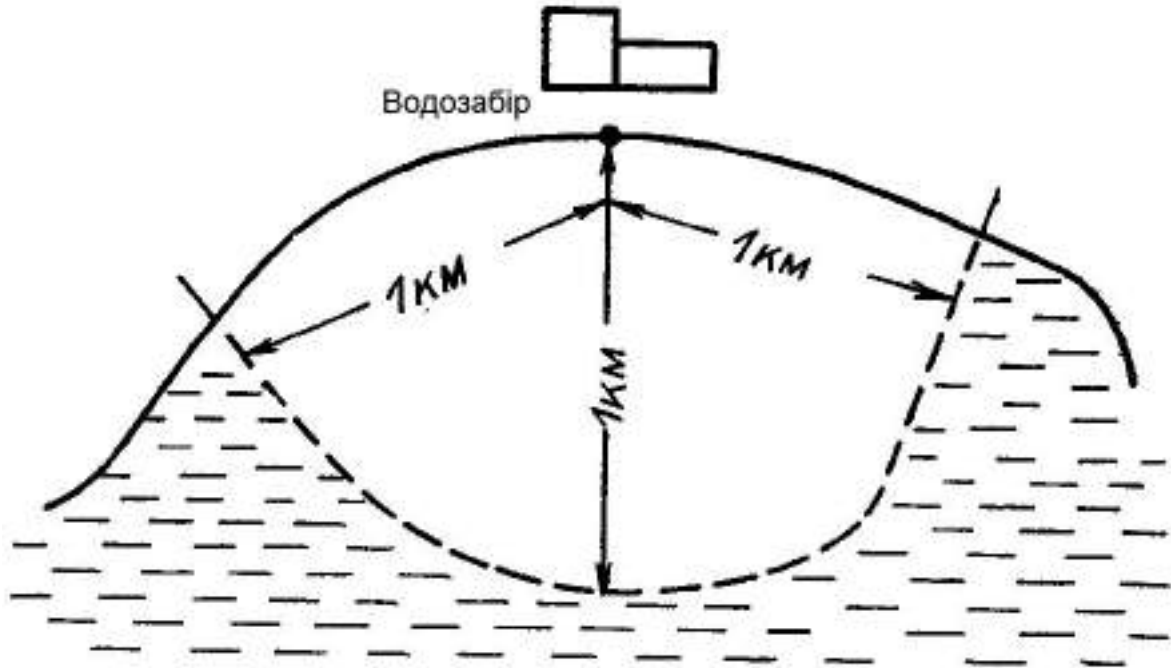


Рис. 3.11 Розташування створів на непроточній водоймі

На водоймах з інтенсивним водообміном (понад 5,0 згідно з ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов) розташування створів аналогічно розташуванню їх на водотоках: один створ встановлюють приблизно в 1 км вище джерела забруднення (поза впливом зворотних вод), інші (не менше двох) – нижче джерела забруднення (на відстані 0,5 км від скиду зворотних вод і безпосередньо за межею зони забруднення). Межу зони забруднення (у тій частині водойми, в якій порушені норми якості води для одного або декількох показників) встановлюють за розмірами максимальної зони забруднення, визначеної розрахунковим шляхом згідно з ГОСТ 17.1.1.02-77 й наступному уточненні при проведенні безпосереднього обстеження водойми.

На водоймах з помірним (від 0,1 до 5,0) і сповільненим (до 0,1) водообміном (див. ГОСТ 17.1.1.02-77) один створ встановлюють в найменш забрудненій частині водойми, другий суміщають зі створом скиду зворотних вод; решта створів проходить паралельно йому по обидві сторони (не менше двох, на відстані 0,5 км від місця скиду зворотних вод та безпосередньо за межею зони забруднення).

Кожний створ має кілька вертикалей та горизонталей.

Вертикаль створу – умовна вертикальна лінія від поверхні води до дна водоймища або водотоку, на якій здійснюють дослідження для отримання інформації про якість води.

Кількість вертикалей у створі на водотоці встановлюють з урахуванням його гідроморфологічних особливостей та умов формування хімічного складу вод водотоку (рис. 3.12).

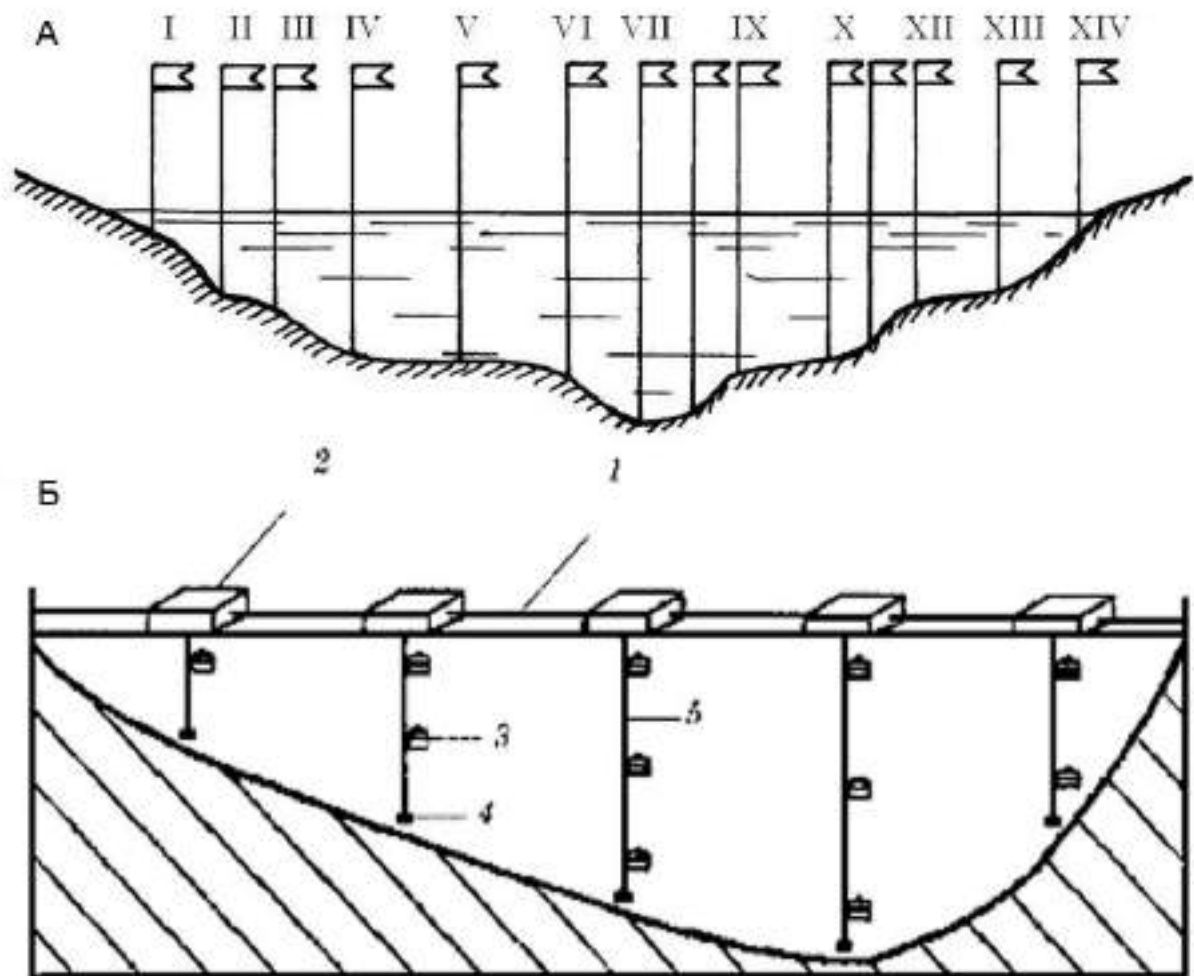


Рис. 3.12 Розташування вертикалей та горизонталей у створі спостереження

Кількість вертикалей в створі на водоймі визначається шириною зони забруднення; першу вертикаль розташовують на відстані не далі 0,5 км від місця скиду зворотних вод або від берега, останню – безпосередньо за межею зони забруднення.

Кількість вертикалей в створі на водотоці встановлюють згідно таблиці 3.3. Вона визначається умовами змішування річкових вод зі зворотними водами або водами приток; при неоднорідності хімічного складу у створі встановлюють не менше трьох вертикалей (на стрижні і на відстані 3-5 м від берегів), при однорідності хімічного складу – одну вертикаль (на стрижні річки). При цьому розташування вертикалей на відстані 3-5 м від берегів рекомендується з метою, уникнути можливості потрапляння скаламучених донних осадів у проби води.

Таблиця 3.3. Число та розташування вертикалей для проведення моніторингу поверхневих вод

Тип водного об'єкта	Фактори, що визначають число вертикалей	Число вертикалей	Розташування вертикалей
Водоймище	Ширина зони забруднення	Не менше двох	Перша не далі 0,5 км від місця скиду стічних вод; остання – безпосередньо за межею зони забруднення
Водотік	Неоднорідність хімічного складу води у створі	Не менше трьох	На відстані 3-5 м від берегів (дві), на стрижні водотоку
	Однорідність хімічного складу води у створі	Один	На стрижні водотоку

Горизонт створу – зона на вертикалі (углиб), де виконують комплекс досліджень для отримання інформації про якість води.

Кількість горизонтів на вертикалі визначають з урахуванням глибини водного об'єкта. Крім того, необхідно відокремити додаткові горизонти в кожному шарі зміни густини води.

Кількість горизонтів на вертикалі встановлюють згідно таблиці 3.4. Вона визначається глибиною водойми чи водотоку в місці вимірювання:

- за глибини до 5 м встановлюється один горизонт (біля поверхні - в 0,2-0,3 м від поверхні води влітку і біля нижньої поверхні льоду взимку),
- за глибини понад 10 м – три (додатково проміжний, розташований на половині глибини).

На глибоких водоймах встановлюють такі горизонти: біля поверхні, на глибині 10 м, 20 м і біля дна (у стратифікованій водоймі призначається додатковий горизонт, розташований у шарі стрибка температури води або її мінералізації).

Таблиця 3.4. Число та розташування горизонтів для проведення моніторингу поверхневих вод

Тип водного об'єкта	Глибина водойми або водотоку у місці виміру, м	Число горизонтів	Розташування горизонтів
Водойма	Менше 5	1	На поверхні
	10	2	На поверхні, біля дна
	20	3	На поверхні, 10 м, біля дна,
Водотік	Менше 5	1	На поверхні
	5	2	На поверхні, біля дна
	Більше 10	3	На поверхні, на половині глибини, біля дна

3.3.3 Зміст програми моніторингу масивів поверхневих вод

Оскільки не існує єдиного показника, який здатний охарактеризувати весь комплекс характеристик масиву поверхневих вод, оцінювання проводиться на основі системи

показників, що запроваджено Методикою віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод (Наказ Міндовкілля від 14.01.2019 р. №5) [8]. Окремо розглядаються показники:

- **екологічного стану** – структура і функціонування водних екосистем, що оцінюється за п'ятьма класами: «відмінний», «добрий», «задовільний», «поганий», «дуже поганий», які відповідають певним кольоровим позначкам,

- **хімічного стану** – концентрація у водному середовищі/гідробіонтах пріоритетних забруднювальних речовин, що оцінюється за двома класами «добрий» та «недосягнення доброго».

Для біологічних показників встановлено п'ять класів, що відповідають екологічним станам "відмінний", "добрий", "задовільний", "поганий" та "дуже поганий".

Для хімічних та фізико-хімічних показників – три класи, що відповідають екологічним станам "відмінний", "добрий" та "задовільний".

Для специфічних синтетичних та несинтетичних забруднювальних речовин у межах хімічних та фізико-хімічних показників – два класи, що відповідають екологічним станам "добрий" та "задовільний".

3.3.4 Оцінка екологічного стану масиву поверхневих вод

Оцінка **екологічного стану** масиву поверхневих вод ґрунтується на комплексній оцінці біотичних і абіотичних компонентів – біологічних, гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних показниках, які узагальнено характеризують структуру і функціонування водної екосистеми. При цьому більшу оціночну вагу мають біологічні показники (фітопланктон, макрофіти, фітобентос, макрзообентос, риби). Гідроморфологічні, хімічні та фізико-хімічні показники лише доповнюють оцінку екологічного стану.

Клас екологічного стану масиву поверхневих вод визначається за найгіршим показником шляхом комбінування результатів за біологічними, гідроморфологічними, хімічними та фізико-хімічними показниками згідно табл. 3.5

Таблиця 3.5. Визначення екологічного стану масиву поверхневих вод

Стан "відмінний"			Стан "добрий"			Стан "задовільний"		Стан "погани й"	Стан "дуже поганий"
Біологічні показники	Гідроморфологічний показник	Хімічні та фізико-хімічні показники	Біологічні показники	Гідроморфологічні показники	Хімічні та фізико-хімічні показники	Біологічні показники	Хімічні та фізико-хімічні показники	Біологічні показники	Біологічні показники

Наприклад, для надання класу екологічного стану «відмінний» або «добрий» необхідна відповідність відмінному/доброму стану за всіма показниками. Проте, якщо біологічні показники вказують на поганий/дуже поганий стан, то водний об'єкт отримає клас екологічного стану «поганий» або «дуже поганий» навіть якщо гідроморфологічні, хімічні або фізико-хімічні показники будуть відповідати доброму або відмінному станам (рис. 3.13).

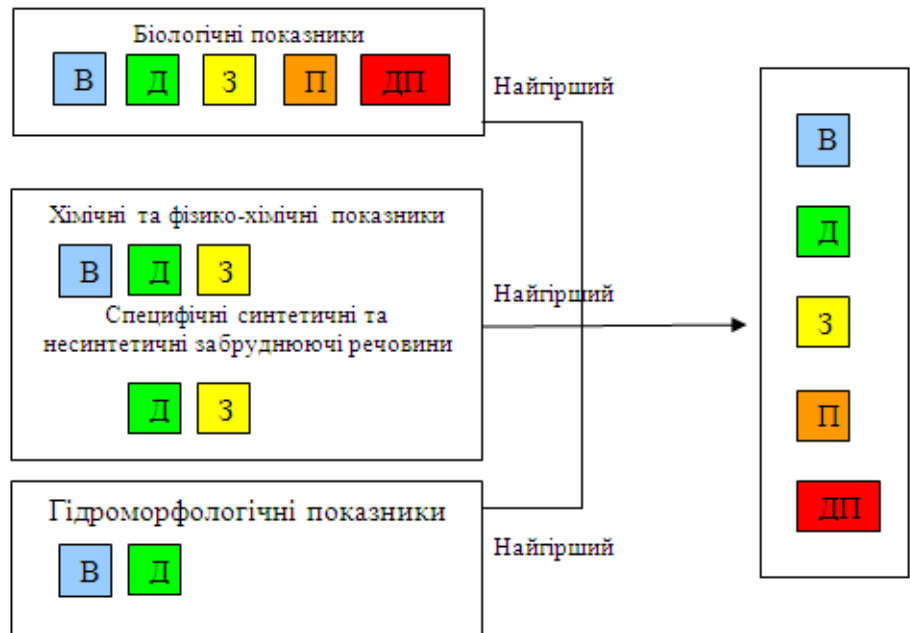


Рис. 3.13 Принцип визначення екологічного стану масиву поверхневих вод

Критерії екологічного стану масивів поверхневих вод

Клас «відмінний» екологічний стан – біологічні показники стану гідробіоценозу відповідають референційним умовам, характерним для масиву поверхневих вод, або мають тенденцію до дуже незначних змін. Відсутні або виявлені дуже незначні антропогенні зміни гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних показників порівняно з референційними величинами, характерними для масиву поверхневих вод.

Клас «добрий» екологічний стан – біологічні показники гідробіоценозу вказують на низькі рівні антропогенного впливу і мало відхиляються від референційних значень, характерних для масиву поверхневих вод. Величини хімічних та фізико-хімічних показників не перевищують екологічних нормативів якості, встановлених для екологічного стану "добрий".

Клас «задовільний» екологічний стан – біологічні показники гідробіоценозу помірно відхиляються від референційних значень, характерних для масиву поверхневих вод. Ці значення мають помірну тенденцію до відхилення в результаті антропогенного впливу та мають значно більші відхилення порівняно з умовами стану "добрий".

Клас «поганий» екологічний стан – спостерігаються значні відхилення від нормального стану основних компонентів гідробіоценозу, характерних для масиву поверхневих вод у референційних умовах. Величини хімічних та фізико-хімічних показників перевищують екологічні нормативи якості, встановлені для екологічного стану "задовільний".

Клас «дуже поганий» екологічний стан – спостерігаються дуже сильні зміни біологічних показників, відсутність великої частини компонентів гідробіоценозу, характерних для масиву поверхневих вод у референційних умовах.

Визначення **екологічного потенціалу** штучного/зміненого масиву поверхневих вод здійснюється за тими самими показниками, які використовуються для визначення екологічного стану масиву поверхневих вод відповідної категорії (річка, озеро, перехідні води, прибережні води), до якої за своїми характеристиками цей штучний/змінений масив поверхневих вод є найбільш подібним (наприклад, канал - річка, водосховище - озеро). Для класифікації екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод використовуються чотири класи: добрий, задовільний, поганий, дуже поганий, оскільки «відмінний» екологічний стан для них є недосяжним через суттєве порушення природного стану.

Для різних категорій водних об'єктів програма моніторингу показників екологічного стану відрізняється (табл. 3.6), що пов'язано з особливостями природних процесів в окремих гідроекосистемах та їхньою індикаторною значущістю. Можна бачити, що біологічні показники є обов'язковими для всіх категорій водних об'єктів. У той час як показники гідрологічного режиму не застосовуються до водних об'єктів категорій перехідні та прибережні води (у зв'язку з їх високою динамічністю та, відповідно, низькою показовістю).

Таблиця 3.6. Зміст програми моніторингу масивів поверхневих вод в залежності від категорії водного об'єкту

Група показників	Категорія водного об'єкту			
	Річки	Озера	Перехідні води	Прибережні води
Біологічні показники				
Склад та середні кількісні показники угруповань:				
- фітобентосу,	+	+	+	+
- макролітів,	+	+	+	+
- фітопланктону,	+	+	+	+
- донних безхребетних (макрозообентосу).	+	+	+	+
Склад, середні кількісні показники та вікова структура ценопопуляцій риб	+	+	+	-
Гідроморфологічні показники				
Гідрологічний режим:				
- кількісні показники водного стоку та динаміки стоку води,	+	-	-	-
- гідравлічний зв'язок з ґрунтовими водами,	+	+	-	-
- кількісні показники об'єму води та динаміки наповнення водойми,	-	+	-	-
- водообмін.		+	-	-
Довжина русла	+	-	-	-
Морфологічні умови:				
- варіабельність глибини (та ширини для річок),	+	+	+	+
- структура та субстрат ложа,	+	+	+	+
- структура прибережної зони (зони припливів та відпливів для прибережних/перехідних вод.)	+	+	+	+
Режим припливів та відпливів:				
- потік прісної води,	-	-	+	+
- відкритість для хвиль.	-	-	+	+
Хімічні та фізико-хімічні показники				
Загальні фізико-хімічні показники:				
- температура,	+	+	+	+
- прозорість,	-	+	+	+
- водневий показник, рН,	+	+	+	-
- концентрація розчиненого кисню,	+	+	+	+
- вміст розчинених солей (мінералізація, електропровідність),	+	+	+	-
- біологічне споживання кисню,	+	+	+	-
- хімічне споживання кисню,	+	+	-	-
- біогенні речовини ($N_{\text{заг}}$, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , $P_{\text{заг}}$, PO_4^{3-}).	+	+	+	+
Специфічні забруднювальні речовини, що	+	+	+	+

Екологічні нормативи якості окремих компонентів гідробіоценозу

Для характеристики стану гідробіоценозу масиву поверхневих вод використовують гідробіологічні параметри таких екологічних груп: фітопланктон, макрофіти (вища водна рослинність) та фітобентос, макрозообентос (донні безхребетні тварини), популяції риб.

Стан гідробіоценозу масиву поверхневих вод може бути охарактеризований одним чи декількома індикаторами, які вибираються для кожного типу масиву поверхневих вод окремо в рахуванням його природних особливостей та визначених референційних умов. Наприклад, показник "склад і кількісні показники водної флори" може бути кількісно описаний як числом видів, так і числом таксонів вищого рангу, чисельністю та/або біомасою водоростей (наприклад, прямою оцінкою або через показник "хлорофіл а") чи інтегрованим індикатором (наприклад, за допомогою інформаційного індексу Шеннона).

Причому для визначення відповідного класу екологічного стану у випадку біологічних показників до уваги беруть не найгірше значення окремого індикатора (на відміну від хімічних, фізико-хімічних та гідроморфологічних), а усереднене значення класу всіх використаних індикаторів у межах біологічного показника.

Фітопланктон

«ВІДМІННИЙ»	«ДОБРИЙ»	«ЗАДОВІЛЬНИЙ»
Таксономічний склад фітопланктону повністю або майже повністю відповідає референційним умовам. Середні кількісні показники фітопланктону повністю відповідають значенням, встановленим для хімічних та фізико-хімічних показників і не здатні істотно змінити типоспецифічні умови прозорості водної товщі. Цвітіння планктону трапляється з частотою та інтенсивністю, які відповідають типоспецифічним фізико-хімічним умовам.	Невеликі зміни у таксономічному складі та середніх кількісних показниках порівняно з типоспецифічними угрупованнями. Такі зміни не вказують на прискорений ріст водоростей, що не призводить до небажаних порушень складу гідробіоценозу або змін якості води чи донних відкладів за хімічними та фізико-хімічними показниками. Може відбуватись незначне зростання частоти та інтенсивності типоспецифічного цвітіння планктону.	Таксономічний склад планктону помірно відрізняється від типоспецифічних угруповань. Середні кількісні показники є помірно порушеними і можуть спричиняти значні небажані зміни біологічних, хімічних та фізико-хімічних показників. Може відбуватись помірне підвищення частоти та інтенсивності цвітіння планктону. Може траплятись стійке цвітіння протягом літніх місяців.

Макрофіти та фітобентос

«ВІДМІННИЙ»	«ДОБРИЙ»	«ЗАДОВІЛЬНИЙ»
Таксономічний склад повністю або майже повністю відповідає референційним умовам. Немає помітних змін у середніх кількісних показниках угруповань макрофітів і фітобентосу	Незначні зміни у таксономічному складі і середніх кількісних показниках угруповань макрофітів і фітобентосу порівняно з типоспецифічними угрупованнями. Такі зміни	Таксономічний склад угруповань макрофітів і фітобентосу помірно відрізняється від типоспецифічного угруповання та є більш порушеним, ніж характерний для стану

не свідчать про прискорений розвиток фітобентосу або вищих рослин, що може призвести до небажаних змін у структурі гідробіоценозу або хімічних і фізико-хімічних показниках води чи донних відкладів. Угрупування фітобентосу не зазнає негативного впливу бактеріальних пучків і плівок.

"добрий". Очевидні помірні зміни у середніх кількісних показниках угруповань макрофітів і фітобентосу. Бактеріальні пучки та плівки можуть впливати на угруповання фітобентосу та в окремих випадках їх витіснити.

Макрозообентос

«ВІДМІННИЙ»

Таксономічний склад і середні кількісні показники повністю або майже повністю відповідають референційним умовам. Співвідношення чутливих та нечутливих таксонів не відрізняється, є типовим. Рівень різноманітності таксонів безхребетних не виявляє ознак відмінності від типоспецифічних угруповань.

«ДОБРИЙ»

Невеликі зміни таксономічного складу та середніх кількісних показників безхребетних порівняно з типоспецифічними угрупованнями. Співвідношення чутливих та нечутливих таксонів виявляє невеликі зміни. Рівень різноманітності таксонів безхребетних має незначні відмінності від типоспецифічного рівня.

«ЗАДОВІЛЬНИЙ»

Таксономічний склад та середні кількісні показники угруповань безхребетних помірно відрізняються від типоспецифічних угруповань. Відсутні типові таксономічні групи. Співвідношення чутливих та нечутливих до втручань таксонів, рівень різноманітності є суттєво нижчими, ніж у типоспецифічному угрупованні та порівняно зі станом "добрий".

Популяції риб

«ВІДМІННИЙ»

Видовий склад і середні кількісні показники повністю або майже повністю відповідають референційним умовам. Представлено всі типоспецифічні чутливі до втручань види. Вікова структура популяцій риб не вказує на перешкоди для розмноження та розвитку будь-яких видів.

«ДОБРИЙ»

Невеликі зміни видового складу та середніх кількісних показників видів порівняно з типоспецифічними угрупованнями у зв'язку з антропогенним впливом, змінами хімічних, фізико-хімічних або гідроморфологічних параметрів. Вікова структура угруповання риб вказує на ознаки порушення через антропогенний вплив на фізико-хімічні та гідроморфологічні показники та в окремих

«ЗАДОВІЛЬНИЙ»

Видовий склад і середні кількісні показники популяцій риб помірно відрізняються від типоспецифічних угруповань. Вікова структура вказує на істотний антропогенний вплив аж до зникнення або значного зниження середніх кількісних показників типоспецифічних видів.

випадках вказує на перешкоди для нормального розмноження та розвитку окремих видів аж до зникнення окремих вікових класів.

Екологічні нормативи якості гідроморфологічних показників Гідрологічний режим

«ВІДМІННИЙ»	«ДОБРИЙ»	«ЗАДОВІЛЬНИЙ»
<p>Кількісні параметри і динаміка потоку, рівень, час перебування водних мас та взаємозв'язок із ґрунтовими водами відображають умови, за яких зовнішні впливи повністю або майже повністю відсутні.</p> <p>Неперервність річки не зазнає впливу антропогенної діяльності і забезпечує безперешкодну міграцію водних організмів і транспорт наносів.</p>	<p>Умови, що дають змогу досягти значень, наведених для біологічних показників.</p>	<p>Умови, що дають змогу досягти значень, наведених для біологічних показників.</p>

Гідроморфологічні умови

«ВІДМІННИЙ»	«ДОБРИЙ»	«ЗАДОВІЛЬНИЙ»
<p>Форма русла, коливання ширини і глибини, швидкості потоку, формування та транспорт наносів, а також структура і стан прибережних зон відповідають або майже відповідають умовам, за яких відсутні зовнішні впливи.</p> <p>Колівання глибини озера, кількість і структура субстрату, а також структура і стан берегової зони озера повністю або майже повністю відповідають умовам, які складаються за відсутності зовнішніх впливів.</p>	<p>Умови, що дають змогу досягти значень, наведених для біологічних показників.</p>	<p>Умови, що дають змогу досягти значень, наведених для біологічних показників.</p>

Екологічні нормативи якості хімічних та фізико-хімічних показників

Загальні умови

«ВІДМІННИЙ»	«ДОБРИЙ»	«ЗАДОВІЛЬНИЙ»
<p>Значення хімічних та фізико-хімічних показників</p>	<p>Температура, показник, кисневий режим</p>	<p>Умови, що дають змогу досягти значень, наведених</p>

відповідають повністю або майже повністю умовам, за яких відсутні антропогенні впливи. Концентрація біогенних речовин відповідає характерного для умов, за яких відсутні антропогенні впливи. Температурний водневий показник, кисневий режим не виявляють антропогенних впливів і залишаються у характерному діапазоні.

знаходяться в межах діапазону, що забезпечує функціонування екосистеми і досягнення значень, наведених для біологічних показників. Концентрація біогенних речовин не перевищує рівнів, що порушують функціонування екосистеми і досягнення значень, наведених для біологічних показників.

для біологічних показників.

Оскільки за відсутності тривалих спостережень неможливо оцінити значення хімічних та фізико-хімічних показників масивів поверхневих вод за відсутності антропогенних впливів, рекомендовано використовувати нормативи якості для поверхневих водних об'єктів та морів, що використовуються при розрахунках гранично допустимого скидання забруднювальних речовин у водні об'єкти із зворотними водами (табл. 3.7) («Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднювальних речовин у водні об'єкти із зворотними водами», Наказ Міністерства від 04.03.2021 р. [9]).

Таблиця 3.7. Норми якості і ГДК речовин для поверхневих водних об'єктів та морів, мг/дм³

Показники	Господарсько-побутові водойми	Рибгосподарські водойми	Моря
Завислі речовини	фон + 0,75	25	фон
БСК5	-	3	3
БСКп	6	-	-
ХСК	30	50	-
Азот амонійний	2	0,5-1,0	0,5
Нітриди	3,3	0,08	0,08
Нітрати	45	40	40
Фосфати	3,5	2,14	2,14
Нафтопродукти	0,3	0,05	0,05
Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	0,5	0,1	-
Залізо	0,3	0,1/фон	0,05
Хлориди	350	300	11900
Сульфати	500	100/фон	3500

Специфічні синтетичні та несинтетичні забруднювальні речовини

«ВІДМІННИЙ»

Концентрації близькі до нуля або нижчі порогу виявлення найбільш сучасного аналітичного обладнання.

«ДОБРИЙ»

Концентрація не перевищує екологічних нормативів якості (ЕНЯ).

«ЗАДОВІЛЬНИЙ»

Умови, що дають змогу досягти значень, наведених для біологічних показників.

Переліки специфічних забруднювальних речовин, що надходять до водного об'єкту, враховують особливості антропогенного впливу. Такі речовини називають «забруднювальні речовини, характерні для річкового басейну» та включають:

- синтетичні та несинтетичні забруднювальні речовини. Ці речовини враховуються при визначенні основних антропогенних навантажень та наслідків їхнього впливу,
- перелік забруднювальних речовин, що скидаються до масиву поверхневих вод у великій кількості, для яких треба враховувати ефекти забруднення нижче за течією.

3.3.5 Оцінка хімічного стану масиву поверхневих вод

Визначення **хімічного стану** масиву поверхневих вод здійснюється на підставі встановлення **екологічних нормативів якості (ЕНЯ)** за вмістом пріоритетних забруднювальних речовин, що являють систему двох величин:

- ЕНЯ_{МАХ} - максимально допустима концентрація;
- ЕНЯ_{СР} - середньорічна концентрація.

Застосування максимально допустимої концентрації ЕНЯ_{МАХ} означає, що будь-яке вимірне значення забруднювальної речовини не повинно перевищувати величину ЕНЯ_{МАХ}. Застосування середньорічної концентрації ЕНЯ_{СР} для визначення хімічного стану означає, що середньорічне (середнє арифметичне) значення концентрації речовини у будь-якій репрезентативній точці (створі спостереження, горизонті створу спостереження) не може перевищувати величину ЕНЯ_{СР}.

На даний момент відповідно «Переліку забруднювальних речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» (Наказ Міндовкілля від 06 лютого 2017 року № 45 «Про затвердження Переліку забруднювальних речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» [10]) екологічні нормативи якості встановлено для 50 сполук та хімічних елементів, що є повною відповідністю Директиві ЄС 2013/39/EU Про пріоритетні речовини у сфері водної політики (Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council of 12 August 2013) (табл. 3.8). Крім того досліджуються фізико-хімічні показники водного середовища (рН, температура, електропровідність, твердість). Для класифікації хімічного стану масиву поверхневих вод використовуються два класи – I клас хімічного стану «добрий»; II клас хімічного стану «недосягнення доброго».

Таблиця 3.8. Перелік забруднювальних речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод

Назва речовини	Середньорічна концентрація (ЕНЯ _{СР}), мкг/дм ³		Максимально допустима концентрація (ЕНЯ _{МАХ}), мкг/дм ³		Концентрація у біоті (живі водні організми) ⁽⁵⁾
	річки, озера, штучні / істотно змінені масиви поверхневих вод	перехідні води, прибережні води	річки, озера, штучні / істотно змінені масиви поверхневих вод	перехідні, прибережні води	
Алахлор	0,3	0,3	0,7	0,7	–
Антрацен	0,1	0,1	0,1	0,1	–
Атразин	0,6	0,6	2,0	2,0	–
Бензол	10	8	50	50	–

Бромовані дифенілові ефіри	–	–	0,14	0,014	0,0085
Кадмій і його сполуки (залежно від твердості води)					–
< 40 мг СаСО ₃ /дм ³	0,08	0,2	0,45	0,45	
40 – 50 мг СаСО ₃ /дм ³	0,08	0,2	0,45	0,45	
50 – 100 мг СаСО ₃ /дм ³	0,09	0,2	0,6	0,6	
100 – 200 мг СаСО ₃ /дм ³	0,15	0,2	0,9	0,9	
> 200 мг СаСО ₃ /дм ³	0,25	0,2	1,5	1,5	
Тетрахлорметан	12	12	–	–	–
Хлоралкани, С ₁₀₋₁₃	0,4	0,4	1,4	1,4	–
Хлорфенвінфос суміш цис- і трансізомерів	0,1	0,1	0,3	0,3	–
Хлорпірифос (хлорпірифос-етил)	0,03	0,03	0,1	0,1	–
Циклодієнові пестициди: алдрин дієлдрин ендрин ізодрин	S = 0,01	S = 0,005	–	–	–
ДДТ	0,025	0,025	–	–	–
Пара-пара-ДДТ	0,01	0,01	–	–	–
1,2-Дихлоретан	10	10	–	–	–
Дихлорметан (хлористий метилен)	20	20	–	–	–
Ди (2-етилгексил) - фталат	1,3	1,3	–	–	–
Діурон	0,2	0,2	1,8	1,8	–
Ендосульфан	0,005	0,0005	0,01	0,004	–
Флуорантен	0,0063	0,0063	0,12	0,12	30
Гексахлорбензол			0,05	0,05	10
Гексахлорбутадієн			0,6	0,6	55
Гексахлорциклогексан (ліндан)	0,02	0,002	0,04	0,02	–
Ізопротурон	0,3	0,3	1,0	1,0	–
Свинець та його сполуки	1,2 ⁽⁶⁾	1,3	14	14	–
Ртуть та її сполуки			0,07	0,07	20
Нафталін	2	2	130	130	–
Нікель та його сполуки	4	8,6	34	34	–
Нонилфеноли (4-нонилфенол)	0,3	0,3	2,0	2,0	–
Октилфеноли (4-(1,1, 3,3-тетраметил-бутил)-фенол)	0,1	0,01	–	–	–
Пентахлорбензол	0,007	0,0007	–	–	–
Пентахлорфенол	0,4	0,4	1	1	–
Поліароматичні вуглеводні: бензо(а)пірен бензо(б)флуорантен бензо(к)флуорантен	1,7·10 ⁻⁴	1,7·10 ⁻⁴	0,27 0,017 0,017 8,2·10 ⁻³	0,027 0,017 0,017 8,2·10 ⁻⁴	5
Симазин	1	1	4	4	–
Тетрахлоретилен	10	10	–	–	–
Трихлоретилен	10	10	–	–	–
Сполуки трибутилолова (трибутилолова катіон)	0,0002	0,0002	0,0015	0,0015	–
Трихлорбензоли	0,4	0,4	–	–	–
Трихлорметан (хлороформ)	2,5	2,5	–	–	–
Трифлуралін	0,03	0,03	–	–	–

Дикофол	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	–	–	33
Перфтороктановий сульфонат і його похідні (ПФОС)	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	36	7,2	9,1
Квіноксифен	0,15	0,015	2,7	0,54	–
Діоксини і діоксиноподібні сполуки	–	–	–	–	сума для ПХДД + ПХДФ + ПХБ - ДП 0,0065 мкг/кг ТП Примітка 7
Аклоніфен	0,12	0,012	0,12	0,012	–
Аклоніфен	0,012	0,0012	0,04	0,004	–
Цибутрин	0,0025	0,0025	0,016	0,016	–
Циперметрин	$8 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-5}$	–
Дихлофос	$6 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-5}$	–
Гексабромциклодекан (ГБЦДД)	0,0016	0,0008	0,5	0,05	167
Гептахлор і гептахлорепоксид	$2 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$6,37 \times 10^{-3}$
Гербутрин	0,065	0,0065	0,34	0,034	–

Для всіх забруднювальних речовин, крім металів, ЕНЯ встановлюються для їхньої загальної (валової) концентрації у водному середовищі. Для металів (кадмій, свинець, ртуть, нікель) визначають концентрацію їх розчинених у воді форм, відділених мембранною фільтрацією з діаметром пор 0,45 мкм. Проте в деяких природних водоймах можливе перевищення величини ЕНЯ_{МАХ}, що зумовлено специфічними гідрохімічними та геохімічними умовами. В такому випадку замість величини ЕНЯ_{МАХ} використовують фонові концентрації розчинених форм відповідних металів з врахуванням показників твердості води, водневого показника та інших гідрохімічних умов, що впливають на біодоступність металів. Наприклад, наявність іонів кальцію у воді зменшує біодоступність кадмію. Тому для кадмію і його сполук значення концентрацій варіюються залежно від жорсткості води, як зазначено в п'яти класах (клас 1: < 40 мг СаСО₃ / дм³, клас 2: від 40 до < 50 мг СаСО₃ / дм³, клас 3: від 50 до < 100 мг СаСО₃ / дм³, клас 4: 100 до < 200 мг СаСО₃ / дм³, клас 5: > 200 мг СаСО₃ / дм³).

У разі виявлення ознак забруднення води зазначеними речовинами (перевищення ЕНЯ_{МАХ}) необхідно додатково проводити вимірювання їх концентрації в донних відкладах та особливостей їхнього біо накопичення.

Екологічний клас якості масиву поверхневих вод за специфічними синтетичними та несинтетичними забруднювальними речовинами, для яких відсутні екологічні нормативи, встановлюється за умов неперевикнення ГДК. Отже, незважаючи на наявність екологічних нормативів якості за хімічним складом (ЕНЯ) діюча система моніторингу масивів поверхневих вод повністю не відмовилася від використання концепції критеріального підходу, що ґрунтується на нормативах якості води (ГДК) як ресурсу. Зокрема у звіті «Моніторинг поверхневих вод в районі річкового басейну Дніпра», виконаного за фінансової підтримки Водної ініціативи Європейського Союзу для країн Східного партнерства (ВІЕС+) (квітень 2021 р.) зазначено, що поточний класифікаційний підхід до оцінки якості води в Україні базується на придатності для конкретного виду водокористування. Також стаття Стаття 36. Водного кодексу України «Нормативи екологічної безпеки водокористування» встановлює, що для оцінки можливостей використання води з водних об'єктів для потреб населення та галузей економіки встановлюються нормативи, які забезпечують безпечні умови водокористування, а саме:

- **ГДК_{кп}** – для водойм культурно-побутового та рекреаційного використання (ДСанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення

та Наказ МОЗ України, № 336, 21.11.1997 р. «Про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів (ГДК та ОБРВ) у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі населених місць та (ОДР) у воді водоймищ» [11]). Найбільш широкий перелік – 1345 компонентів. Дію ДСанПіН 4630-88 було скасовано у 2016 р. Проте станом на 2022 р. його чинність відновлено. Саме за ГДКкп проводиться порівняння фізико-хімічних показників у звітній документації Держводагентства (станом на 2022 р. <https://www.mozmdv.gov.ua/monitoring-yakosti-vodi/>);

- **ГДКп** – для води, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [12]. Нормується 77 показників;

- **ГДКвр** – у воді водойм рибогосподарського призначення, яка не повинна чинити шкідливого впливу на збереження і відтворення промислово цінних видів риб (Узагальнений перелік ГДК шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм (затверджено Головрибводом Мінрибгоспу СРСР, 09.08.90 р. N 12-04-11). Нормується 63 показники. Цей документ немає юридичної сили, проте на нього існують посилання у чинних нормативних документах України, зокрема в наказі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів від 04.03.2021 р. «Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднювальних речовин у водні об'єкти із зворотними водами» [9].

Для багатьох забруднювальних речовин ГДК відсутні, тому на практиці застосовують орієнтовні допустимі рівні речовин (ОДР). Зокрема ДСанПіН 4630-88 для більшості забруднювачів встановлює саме **ОДР у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування** – тимчасовий гігієнічний норматив, розроблений на основі розрахункових та експресних експериментальних методів прогнозу токсичності, який застосовується на стадії попереджувального санітарного надзору за підприємствами та очисними спорудами, що проектуються або будуються. Проте, такі тимчасові норми діють десятиліттями і прирівнюються до ГДК.

ДСанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення» усі забруднювальні речовини за характером негативного впливу поділяє на 3 групи за лімітуючою ознакою шкідливості:

- **Лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ)** – показник, за яким встановлюється гігієнічний норматив компоненту у воді, який визначає еколого-гігієнічні наслідки:

- **Санітарно-токсикологічна ознака** – впливає безпосередньо на організм людини,
- **Органолептична ознака** – впливає на органи чуття людини,
- **Загальносанітарна ознака** – впливає на існування гідробиоценозів, що визначає процеси самоочищення водойм.

3.4 Моніторинг морських вод

Об'єктом моніторингу гідросфери є морські води в межах територіального моря та виключної морської економічної зони України. Вони являють лише невелику частину акваторії Чорного та Азовського морів і, відповідно, є лише частиною їхніх екосистем. Тому до них не може бути застосовано басейновий принцип. Незважаючи на те, що Постанова №758 2018 р. для моніторингу морських вод передбачає встановлення окремої процедури моніторингу, аналіз затвердженої Програми державного моніторингу вод в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів на період до 2026 р. (Наказ Міндовкілля від 05.01.2022 р. №2) вказує на застосування процедур діагностичного, операційного та дослідницького моніторингу, які встановлені лише для масивів поверхневих вод [13]. Також незважаючи на те, що прибережні та перехідні води Постановою №758 2018 р. повинні бути включені до масивів поверхневих вод, в реальності їх моніторинг проводиться в рамках програми моніторингу морських вод (що видно з назви наказу Міндовкілля).

Суб'єктом державного моніторингу морських та прибережних вод є Міндовкілля. Головною організацією-виконавцем є Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ, м. Одеса), що є базовою науковою установою Міндовкілля.

Мережа пунктів моніторингу УкрНЦЕМ згідно Програми державного моніторингу вод в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів на період до 2026 р. складається із 104 станцій (з яких 15 на тимчасово окупованих територіях) та забезпечує моніторинг перехідних, прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів.

Відповідно до рамкової Директиви з Морської стратегії ЄС 2008/56/ЄС (MSFD) розробленню і запровадженню реалізації програми екологічного моніторингу екологічного стану морських вод передувала базова оцінка стану морських екосистем за системою дескрипторів якості. На основі базової оцінки було проведено районування Чорного та Азовського морів в межах територіального моря та виключної морської економічної зони України з метою виділення відповідних **морських водних масивів** – відносно однорідні ділянки за геоморфологічними та гідрохімічними критеріями.

За геоморфологічними ознаками Чорне море розділяють на східну, західну і північно-західну (шельфову) частини. Північно-західна частина Чорного моря перебуває під впливом стоку трьох великих річок Дунаю, Дніпра і Дністра, стік яких становить близько 260 куб. метрів і значно впливає на формування поверхневих водних мас та формування біохімічного режиму вод як морського шельфу, так і моря в цілому. У зоні контакту прісної і солоної води формуються фронтальні зони з високими градієнтами солоності та значною зміною за іншими показниками морського середовища; однак виділяються також і зони з відносно рівномірними характеристиками. На формування біохімічного режиму мілководного Азовського моря значно впливає стік р. Дон із середнім стоком 24,25 куб. кілометра у північно-східній частині і р. Кубань із середнім стоком 12,23 куб. кілометра у південно-східній частині моря. Такі відносно одноманітні зони об'єднані в морські водні масиви різної типології для прибережних вод, ділянок морського шельфу та ділянок відкритого моря (рис. 3.14).

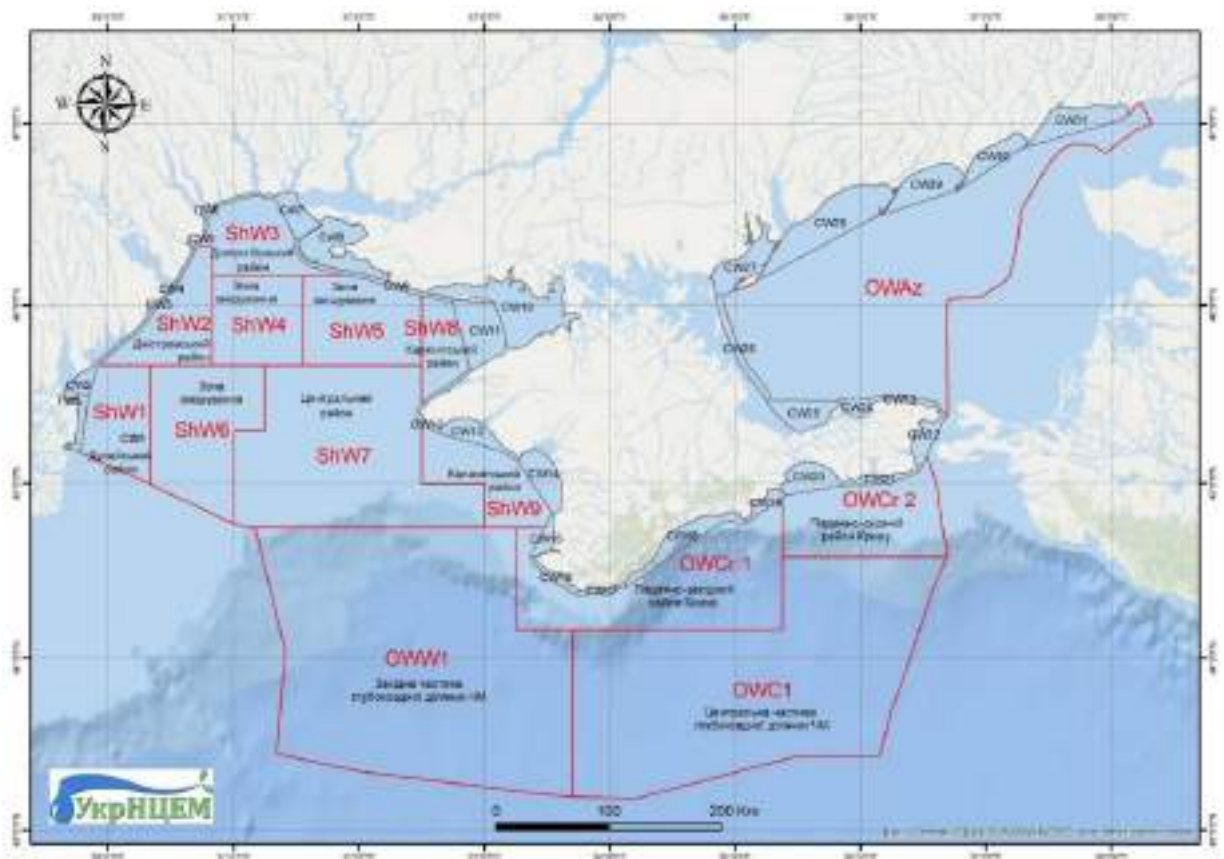


Рис. 3.14 Районування Чорного та Азовського морів в межах територіального моря та виключної морської економічної зони України (TW – перехідні води, CW – прибережні морські масиви, ShW – шельфові води, OWW-OWC – відкриті морські води).

Для прибережних та перехідних водних масивів базова оцінка здійснена за класами екологічного стану відповідно до Водної рамкової директиви (табл. 3.9). Для всіх інших водних морських масивів базова оцінка здійснена за критеріями екологічного статусу відповідно до Рамкової Директиви про морську стратегію [14].

Таблиця 3.9. Класи екологічного стану відповідно до Водної рамкової директиви та екологічного статусу відповідно до Рамкової Директиви про морську стратегію

Прибережні та перехідні водні масиви	Класи екологічного стану відповідно до ВРД для біологічних індикаторів	Відмінний	Добрий	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
	Класи екологічного стану відповідно до ВРД для фізичних та хімічних індикаторів	Відмінний		Поганий		
Шельфові та відкриті морські води	Класи екологічного статусу відповідно до Рамкової Директиви про морську стратегію	Добрий екологічний стан		Не досягнення доброго екологічного стану		

Як і у випадку поверхневих вод, основною метою моніторингу морських водних масивів є надання інформації для прийняття управлінських рішень, які забезпечать досягнення «доброго екологічного стану» морських вод в межах виключної морської економічної зони та територіального моря України, що є основною екологічною ціллю. Також на підставі державного моніторингу морських водних масивів визначається їх екологічний стан, розробляється Морська природоохоронна стратегія.

Розпорядженням КМ України від 11.10.2021 р. №1240-р було затверджено Морську природоохоронну стратегію України, що є результатом імплементації Рамкової Директиви про морську стратегію ЄС 2008/56/ЄС від 17 червня 2008 р. [15], стратегічною ціллю якої є досягнення та підтримання “доброго” екологічного стану Чорного та Азовського морів.

Дескрипторами «доброго» екологічного стану Чорного та Азовського морів є:

1. Біорізноманіття

Біологічна різноманітність підтримується на належному рівні. Якість та поширеність середовища існування біологічних видів (оселищ), а також розповсюдженість і кількість

різних біологічних видів відповідають домінуючим фізіографічним, географічним і кліматичним умовам.

2. Популяції чужорідних видів

Немісцеві види, що були введені в результаті людської діяльності, рівень яких не загрожує шкідливим впливом на екосистеми.

3. Популяції промислових видів риб і молюсків

Популяції всіх риб і молюсків, що експлуатуються в комерційних цілях, перебувають в стабільних біологічних межах, представляючи розподілення популяції за віком і розміром, яке свідчить про хороше здоров'я видів.

4. Функціонування трофічних ланцюгів в екосистемах

Усі елементи відомих людині трофічних морських ланцюгів представлені нормальною кількістю і різноманітністю та перебувають на рівнях, які можуть гарантувати тривале існування значної кількості видів, а також повне підтримання їх репродуктивної здатності.

5. Евтрофікація

Спричинена людьми евтрофікація зведена до мінімуму, особливо такі її шкідливі наслідки, як втрата біорізноманіття, деградація екосистем, шкідливе цвітіння водоростей та нестача кисню в придонних шарах води.

6. Морське дно

Цілісність морського дна перебуває на рівні, який гарантує, що структура та функції екосистем є захищеними, зокрема придонні екосистеми не є ушкодженими.

7. Гідрографічні умови

Постійні зміни гідрографічних умов не спричиняють шкідливого впливу на морські екосистеми.

8. Забруднювальні речовини

Концентрація забруднювальних речовин не призводить до зростання шкідливого впливу.

9. Отруєння біоресурсів

Концентрація токсичних речовин у водних біоресурсах та продукції з них не становить загрози їх існуванню, відтворенню та споживанню людиною.

10. Засміченість

Властивості та обсяги морського сміття не спричиняють шкоди на прибережне і морське середовище.

11. Шумове забруднення

Вплив підводного шуму перебуває на рівні, який не призводить до шкідливого впливу.

Оцінка екологічного стану за якісними характеристиками здійснюється на базі експертного аналізу.

Результативними показниками впровадження Стратегії за основними етапами її реалізації у сфері моніторингу морських є:

- базова оцінка, яка включає оцінку наявного екологічного стану морських екосистем та оцінку антропогенного впливу;
- визначення критеріїв «доброго екологічного стану» цих вод;
- встановлення екологічних цілей та відповідних показників;
- розробка та здійснення програми моніторингу для постійної оцінки та періодичного оновлення завдань;
- розробка програми заходів, призначеної для досягнення або підтримки «доброго екологічного стану».

3.4.1 Гідробіологічні показники екологічного стану морських водних масивів

Для характеристики стану гідробіоценозів морських водних масивів використовують гідробіологічні параметри таких екологічних груп: фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос, макрофітобентос, макрофіти (вища водна рослинність) та фітобентос, макрозообентос (донні безхребетні тварини), популяції риб, моллюсків, морських птахів та ссавців, мкробіоти води та донних відкладів. Для кожного показника в залежності від референційних умов, встановлених в ході базової оцінки, визначено кількісні величини, що регламентуються Додатком 2 Морської природоохоронної стратегії України.

Стан гідробіоценозу може бути охарактеризований одним чи декількома індикаторами, які вибираються для кожного типу масиву поверхневих вод окремо з урахуванням його природних особливостей та визначених референційних умов.

Фітопланктон

Фітопланктон - одноклітинні мікроскопічні водорості, що розвиваються в товщі води; є найголовнішим продуцентом у водоймі, асимілюючи сонячну радіацію та біогенні елементи перетворюють їх у органічну речовину в процесі фотосинтезу. Бурхливий розвиток фітопланктону викликає явище «цвітіння», що є наслідком евтрофікації та супроводжується зменшенням загальної біомаси одночасно зі зменшенням показників видового різноманіття. Для оцінки стану угруповань фітопланктону використовують дві групи показників:

- концентрація та просторовий розподіл хлорофілу-а. Хлорофіл-а – основний фотосинтетичний пігмент еукаріот та ціанобактерій. Концентрація хлорофілу-а у воді є загальноприйнятим індикатором автотрофної ланки планктонних організмів. Цей показник є зручним для проведення супутникових спостережень методами дистанційного зондування, однак його використання потребує верифікації шляхом здійснення натурних досліджень концентрацій хлорофілу-а;

- чисельність, біомаса у мг/м^3 , видовий склад, просторовий розподіл, кількість видів, кількість родин, інвазивні види.

Оцінку різноманіття фітопланктону найчастіше проводять за трьома методиками: 1) методики оцінки екологічного стану за індексом ВАС/DIN (грунтується на співвідношенні біомаси діатомових та динофітових мікроводоростей у весняний період); 2) показника МЕС (%) (грунтується на співвідношенні сумарної чисельності ціанобактерій, еугленових та дрібних джгутикових до загальної чисельності фітопланктону у літній період) та 3) індексу біорізноманіття Менхінка [16], що розраховується як відношення числа видів до квадратного кореня від загальної чисельності мікроводоростей.

Моніторинг стану фітопланктону проводиться чотири рази на рік/ сезонно.

Зоопланктон – частина планктону, що представлена тваринними та гетеротрофними

Зоопланктон

найпростішими організмами, які пасивно переносяться течіями. Зоопланктон є важливою ланкою між первинними виробниками і вищими рівнями в харчовому ланцюзі. Зоопланктоном харчуються личинки риб та дорослі риби-планктонофаги. До організмів макрозоопланктону відносяться медузи та реброплави, що можуть конкурувати з рибами за трофічні ресурси та самі харчуються ікрою та личинками риб.

Для оцінки стану зоопланктону використовують показники: чисельність, біомаса, видовий склад, просторовий розподіл, кількість видів.

Для оцінки статусу зоопланктону використовують такі показники: 1) загальна біомаса, мг/м^3 ; 2) індекс Шеннона (англ. Shannon); 3) частка копепод у загальній біомасі; 4) частка гетеротрофної дінофлагелляти (*Noctiluca scintillans*) у загальній біомасі мезозоопланктону.

Моніторинг стану зоопланктону проводиться чотири рази на рік/ сезонно.

Макрозообентос

Макрозообентос – сукупність безхребетних тварин з розміром понад 2 мм, які населяють дно водоймищ, водну рослинність або інші субстрати.

Для оцінки стану біорізноманіття макрозообентосу використовують наступні критерії: біомаса у г×м⁻², видовий склад, просторовий розподіл, домінуючі види, розмірна структура, наявність видів, що підлягають особливій охороні або інвазивні види. Також оцінюють стан оселищ макрозообентосу – розподіл оселищ, протяжність оселищ, стан оселищ, структура екосистеми.

Моніторинг стану зообентосу проводиться чотири рази на рік/ сезонно.

Макрофітобентос

Макрофітобентос – угруповання багатоклітинних водоростей та квіткових рослин, які мешкають на дні моря. Для оцінки екологічного стану морських екосистем використовуються показники: біорізноманіття макрофітобентосу, відсотковий внесок основних таксонів та якість й поширеність оселищ.

Донні оселища

Крім окремих компонентів гідроекосистем проводиться вивчення за станом донних угруповань за такими показниками: тип оселища за системою EUNIS, поширення типу оселищ в морській акваторії України, видовий склад видів-едифікаторів, проективне покриття для оселищ з домінуванням рослин, неперервність та мозаїчність оселища, ступінь порушення цілісності оселища, чисельність та біомаса домінуючих видів, фізичні характеристики донних відкладів, хімічні характеристики донних відкладів, зокрема пов'язані з гіпоксійними явищами.

Спостереження проводять на репрезентативних ділянках один раз на рік під час літнього періоду. Картографування поширення донних оселищ у морській акваторії України один раз на шість років

Стан популяцій риб

Для оцінки стану популяцій риб використовують такі показники: кількість видів (склад іхтіофауни), кількість видів, що підлягають особливій охороні, частота зустрічальності в уловах інвазивних видів, ареал поширення промислових видів та видів, що підлягають особливій охороні, чисельність, біомаса та промисловий запас популяцій промислових видів, чисельність та біомаса непромислових видів, природна та залежна від промислу смертність промислових видів та видів, що підлягають особливій охороні, розмірно-вікова та статева структура популяцій вразливих та масових видів. Також доцільно оцінювати статус здоров'я особин, генетичну структуру популяцій вразливих та масових видів.

Моніторинг стану популяцій риб проводять чотири рази на рік/ сезонно. Враховуються дані спостереження на промислових риболовних суднах та статистичні дані річного вилову. Наразі (станом на 2022 р.) надійні оцінки стану запасів промислових риб відсутні, а наукові зйомки в акваторії Чорного та Азовського морів не проводяться.

Стан популяцій комерційно експлуатованих видів молюсків

Промислове значення мають мідія середземноморська (*Mytilus galloprovincialis*), устриця їстівна (*Ostrea edulis*) та рапана (*Rapana venosa*). Потенційно можуть добуватися інші їстівні молюски – сердцевидка Ламарка (*Cerastoderma lamarcki*), сердцевидка кольорова (*Hupanis colorata*) та мія піщана (*Mya arenaria*). Для оцінки стану їх популяцій використовують такі показники: чисельність, біомаса та промисловий запас популяцій, природна та залежна від промислу смертність, розмірно-вікова структура популяцій, статева та генетична структура популяцій. Спостереження необхідно проводити на репрезентативних ділянках один раз на рік/влітку. Також враховуються статистичні дані річного вилову.

Популяції морських ссавців

Морські ссавці – група водних і напівводних ссавців, що постійно або тимчасово перебувають у морській воді, або залежать від неї для отримання їжі. У внутрішніх

морських водах та водах виключної (морської) економічної зони України поширено 3 види морських ссавців: чорноморська морська свиня (*Phocoena phocoena*), дельфін білобокий (*Delphinus delphis*), афаліна звичайна (*Tursiops truncatus*).

Для оцінки стану популяцій використовують такі показники: видовий склад, чисельність, розмірна, вікова та статева структура популяцій, народжуваність, смертність та її причини, статус здоров'я особин. Інформацію отримують шляхом обліку на трансектах із суден чотири рази на рік (сезонно) та не менш ніж один раз на шість років авіаційним обліком чисельності. Також проводиться постійна реєстрація викидів мертвих тварин на узбережжі. Бажано проводити фотоідентифікацію та генотипування особин, акустичну реєстрацію особин на репрезентативних ділянках (акваторії всіх об'єктів та територій природно-заповідного фонду, та обрані ділянки з високим, середнім та низьким антропогенним навантаженням).

Популяції морських птахів

В межах причорноморської смуги налічується близько 20 водно-болотних угідь, загальна площа яких становить 635 000 га, що є оселищами численних видів птахів (близько 160 тис. пар), а також важливими шляхами їх сезонних міграцій (близько 25 млн. мігруючих та 480 тис. зимуючих) [17]. Незважаючи на проведення регулярних обліків птахів на прольотах (серпневий облік та Великий зимовий облік) окремої орнітологічної складової моніторингу морських вод до 2022 р. не було. Для оцінки стану популяцій морських птахів враховують видовий склад, загальна чисельність птахів, чисельність, розмірна, вікова та статева структура популяцій масових та вразливих видів, народжуваність, смертність та її причини, просторовий розподіл та поширення, наявність рідкісних та зникаючих видів, генетична структура та генетичне різноманіття популяцій масових та вразливих видів, статус здоров'я особин, стан місць гніздування, зимівлі та масових скупчень під час міграцій.

Програма моніторингу повинна включати щорічні обліки на місцях гніздування, на місцях зимівлі та на місцях скупчень під час міграцій на узбережжі у відповідний період, неперервний моніторинг знахідок мертвих особин.

Мікробіота води та донних відкладів

Мікробіологічні дослідження повинні включати таксономічний та функціональний склад мікробіоти, наявність токсичних видів, наявність патогенних видів. Моніторинг проводиться чотири рази на рік/ сезонно. Також рекомендовано використання автоматичних систем неперервного вимірювання.

3.4.2 Фізико-хімічні показники екологічного стану морських водних масивів

1. Фізичні та хімічні індикатори: температура, розчинений кисень, водневий показник, біологічне споживання кисню, нітроген загальний, нітроген амонійний, нітроген нітритний, нітроген нітратний, фосфор загальний, фосфор ортофосфатів, солоність, прозорість, силіцій, дигідроген сульфід, сума завислих у воді речовин, специфічні синтетичні забруднювальні речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини). Ці показники вимірюються чотири рази на рік/сезонно.

Вимірювання концентрації специфічних несинтетичних забруднювальних речовин (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини) проводиться згідно Переліку забруднювальних речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод, затвердженому Міндовкілля (див. табл. 3.8) [10]. Також для визначення переліку специфічних синтетичних та несинтетичних забруднювальних речовин здійснюється скринінг проб води, донних відкладів та тканин морських організмів один раз на шість років. В результаті проведеного скринінгу в 2021 р. було виявлено 17 забруднювальних речовин у воді, 75 – у біоті та 22 – у морських донних відкладах. У водному середовищі було виявлено 1 пластифікатор дибутилфталат (заборонений до

використання в усіх іграшках та продуктах для дітей, а також у косметиці, включаючи лак для нігтів, оскільки він вважається канцерогенним, мутагенним та токсичним для репродуктивної системи людини); 3 речовини, які заборонені по всьому світу, включаючи гексахлорбіфеніл – ізоляційний матеріал та пентахлоробіфеніли – пестициди; 6 канцерогенних поліароматичних вуглеводнів; 1 антипірен – протипожежна речовина; 1 антидепресант – карбамезепін; 4 пестициди; 1 стимулятор – кофеїн. Моллюски, риба і дельфіни: у тканинах виявлені 75 речовин: антипірени та поліхлоровані біфеніли; метали, включаючи ртуть. Її концентрації перевищують екологічні стандарти у 60% проаналізованих проб; хлорорганічні пестициди – залишки ДДТ, гексахлоробензен та діоксини; перфторовані сполуки (гідрофобні речовини), які використовуються для килимків, що відштовхують бруд, одягу, що відштовхує воду, в картонній упаковці, яка стримує жир, для натирання лих, вогнегасної піни тощо і є дуже токсичними для людини.

Також при контролі фізико-хімічних показників екологічного стану морських водних масивів отримані величини слід оцінювати за нормативними величинами, що встановлено для окремих морських районів.

Зони проживання та відпочинку – вода повинна відповідати СанПіН № 4631-88 «Санітарні правила і норми охорони прибережних вод морів від забруднення в місцях водокористування населення» [18] (табл. 3.10).

Таблиця 3.10. Санітарно-гігієнічні вимоги до складу та властивостей морської води у місцях водокористування населення та зонах санітарної охорони

Показники складу та властивості морської води	Вимоги та норми гранично допустимих показників складу та властивостей води	
	Район водокористування	Санітарна зона
Плаваючі речовини	Відсутність	Відсутність
Запах	Не більше 2-х балів	Не більше 2-х балів
Прозорість	Не менше 30 см (за шрифтом)	Не менше 30 см (за шрифтом)
Забарвлення	Не допускається у стовпчику 10 см	Не регламентується
pH	6,5-8,5	6,5-8,5
Розчинений кисень	Не менше 4,0 мг/л	Не менше 4,0 мг/л
БСК ₅	Не більше 3,0 мг О ₂ /л	Не більше 3,0 мг О ₂ /л
Хімічні речовини (за виключенням компонентів сольового складу морської води)	Повинно відповідати для водойм культурно-побутового та рекреаційного використання (ДСанПіН 4630-88)	Не регламентується

Для інших районів повинні виконуватися вимоги «Правил охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення». (Постанова КМУ від 29.02.1996 р. 269-96-п [19]) (табл. 3.11).

Таблиця 3.11. Нормативи гранично допустимих концентрацій основних забруднювальних речовин у внутрішніх морських водах та територіальному морі України

Показник	Значення
Розчинений кисень, мг/куб. дм	не нижче 4
Завислі речовини, мг/куб. дм	фонові значення району водокористування
Солоність, г/куб. дм	12 - 18
Сульфати, г/куб. дм	3,5

Хлорид-іон, г/куб. дм	11,9
Амоній сольовий, мг/куб. дм	0,5
Нітрати, мг/куб. дм	40
Нітрити, мг/куб. дм	0,08
Нафтопродукти, мг/куб. дм	0,05
Біохімічне споживання кисню, мг О /куб. дм (БСК повн.)	не більше ніж 3 мг
Залізо, мг/куб. дм	0,05
Рівень токсичності води	нетоксична (на основі біотестування)
Водневий показник, од. рН	6,5 - 8,5
Колі-індекс, КУО/куб. дм	1000-10000
Індекс колі-фага, БУО/куб. дм	не більше ніж 100

2. Евтрофікація. На підставі результатів оцінки розвитку фітопланктону та концентрації біогенних речовин у воді оцінюють ступінь евтрофікації морських водних масивів. Комплексна оцінка стану евтрофікації виконується на підставі трьох груп критеріїв: концентрація хлорофілу-а; відхилення насиченості киснем від 100 % (індикатор інтенсивності первинної продукції системи, який охоплює фазу активного фотосинтезу і фазу переважання дихання); концентрації загального фосфору і мінерального азоту – показники присутності біогенних речовин. Для шельфових вод оцінку евтрофікації здійснюють за величиною індексу трофності *TRIX*:

$$TRIX = [\log(Ch \cdot D\%O \cdot N_M \cdot P_3) + 1,5] / 1,2$$

де *Ch* – концентрація хлорофілу-а, мкг/дм³; *D%O* – відхилення концентрації розчиненого кисню від 100 % насичення; *N_м* – концентрація суми розчинених форм мінерального азоту, мкг/дм³; *P₃* – концентрація загального фосфору, мкг/дм³.

Індекс *TRIX* змінюється відповідно умов трофності вод у межах від 0 до 10: <4 – низький рівень трофності, відмінний екологічний стан; 4-5 – середній рівень трофності, добрий екологічний стан; 5-6 – високий рівень трофності, задовільний екологічний стан; >6 – дуже високий рівень трофності, поганий екологічний стан. За результатами моніторингу 2019 р. трофність вод на північно-західному шельфі Чорного моря зменшується по мірі віддалення від зони впливу стоку річок і в першу чергу Дунаю (рис. 3.15).

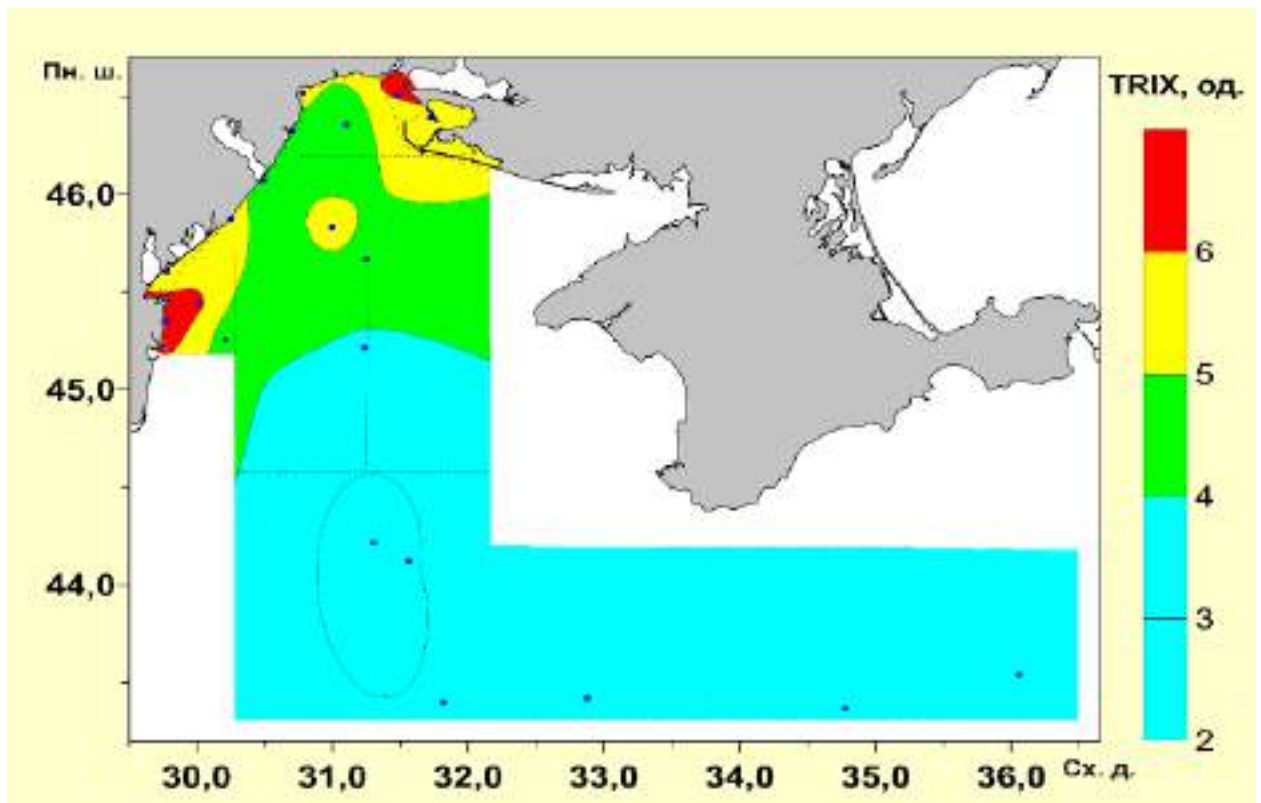


Рис. 3.15 Просторовий розподіл якості вод Чорного моря за індексом трофності і TRIX (липень-вересень 2019 р.)

3. Тверді відходи (сміття) у морському середовищі

Відходи, що потрапляють в морське середовище з суші та в результаті господарської діяльності людини. Найбільш небезпечними відходами є пластмасові відходи, оскільки більшість з них нерозчинні і практично не розкладаються в морському середовищі. Показниками стану засміченості морських водних масивів є: види та кількість сміття, тип, розмір, кількість часток на одиницю площі/об'єму/ваги. Морське сміття поділяють на 4 типи:

- пляжне сміття > 2,5 см, яке прибило до берега або накопичене на береговій лінії;
- сміття > 2,5 см, яке плаває на поверхні;
- сміття > 2,5 см на донній поверхні моря;
- сміття > 2,5 см, що виноситься річками;
- мікропластик (< 5 мм) в об'єктах морської екосистеми (у воді, донних відкладах, біоті).

Порогові значення для твердих відходів у морському середовищі для України не визначені, а досягти референтних умов неможливо.

Моніторинг морського сміття проводиться відповідно до ЄС MSFD TG10 «Керівництво з моніторингу морського сміття в європейських морях» (2013 р.), що включає керівні принципи моніторингу, протоколи та методології [20].

Моніторинг забруднення морського середовища сміттям здійснюють чотири рази на рік/ сезонно. Сміття річкового стоку може визначатись щомісяця або щотижня на окремих визначених реперних точках. Також рекомендовано використання автоматичних систем неперервного вимірювання.

3.4.3 Гідроморфологічні та акустчні показники екологічного стану морських водних масивів

До морфологічних умов відносять гідрографічні та гідродинамічні показники: глибини, рівень моря, течії, структуру донних відкладів, які досліджують один раз на рік.

Шкідливий вплив гідрографічних умов на морські екосистеми оцінюють за критеріями: просторова характеристика гідрографічних змін – площа районів, які постраждали від гідрографічних змін; вплив довготривалих гідрографічних змін – площа оселищ, які постраждали від довготривалих гідрографічних змін; можливі зміни середовищ існування (наприклад, нерестовищ, місць вигулів та шляхів міграції риб, птахів та ссавців) внаслідок змін гідрографічних умов (рис. 3.16).

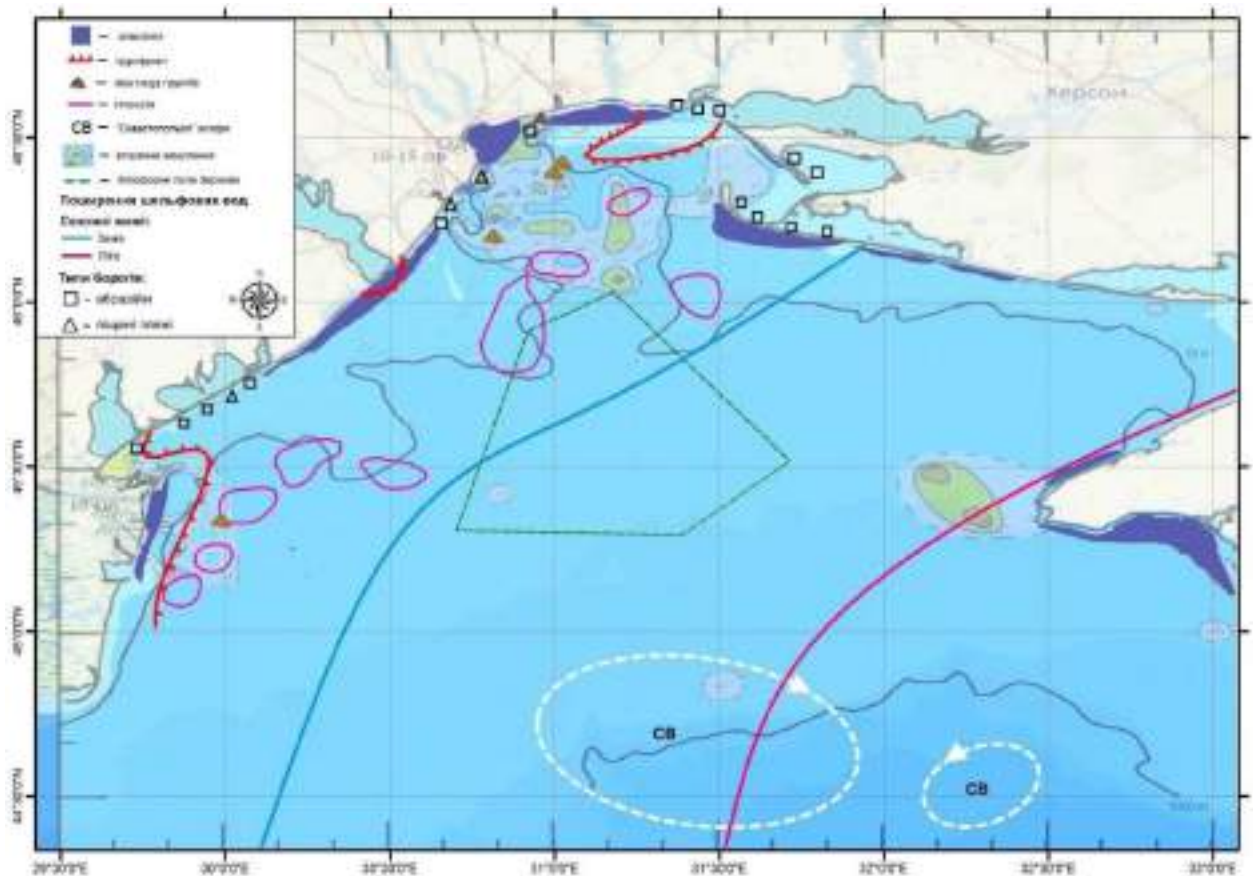


Рис. 3.16 Розташування ділянок акваторії Чорного моря, в яких спостерігаються різкі зміни гідродинамічних параметрів морського середовища

Основні джерела шуму: шум від суден; шум при проведенні сейсмозвідувальних робіт з використанням пневматичних гармат; шум, що виникає при бурінні і видобутку морських корисних копалин, в тому числі нафти і газу; шум від діяльності військово-морського флоту (вибухи, сонари низько- і середньо-частотної дії); шум при будівництві, забиванні паль (імпульсний) і проведенні днопоглиблювальних робіт.

Вимірювання інтенсивності шумового забруднення проводять автоматичними гідрофонами на репрезентативній мережі пунктів моніторингу в акваторіях всіх територій та об'єктів природно-заповідного фонду та у обраних районах з високим, середнім та низьким антропогенним навантаженням.

визначаються з урахуванням ліній вододелів підземних вод (якщо це безнапірні водоносні горизонти) або ліній потоку. При виділенні меж масивів підземних вод враховують межі річкових басейнів та суббасейнів, розташування гідрогеологічних структур та поширення водоносних горизонтів.

Первинний опис масиву підземних вод включає:

- аналіз даних про антропогенні впливи на підземні води з урахуванням природних умов, дифузних джерел забруднення, точкових джерел забруднення, водовідбору та штучного поповнення запасів підземних вод;
- оцінку ступеню природної захищеності підземних вод від забруднення з метою оцінки ймовірного ризику в разі недосягнення екологічних цілей у частині хімічного стану підземних вод;
- перегляд даних моніторингу підземних вод (хімічний склад і рівень води) та даних щодо поверхневих вод і екосистем з урахуванням природних фонових рівнів та антропогенних впливів на масиви підземних вод, а також екологічних цілей;
- визначення складових водного балансу масиву підземних вод з урахуванням кількісних антропогенних впливів;
- аналіз хімічного та кількісного станів підземних вод з метою визначення ймовірності виникнення ризику в разі недосягнення екологічних цілей включно з оцінкою часу надходження забруднювачів до водоносного горизонту;
- оцінку гідравлічного зв'язку масиву підземних вод з масивами поверхневих вод.

Всі виділені масиви підземних вод отримують кодування, що відповідає системі кодування водоносних горизонтів АІС ДВК (автоматизована інформаційна система Державний водний кадастр), що ведеться в ДНВП «Геоінформ України». Код масиву формується з назви річкового басейну, геологічної системи стратиграфічної шкали Стратиграфічного кодексу України, + номер масиву: UAM5.1.4K100 або UAM5.1.4K200, де UA- Україна, M5.1.4 – код суббасейну р. Прип'ять, K100 - код МПВ (в даному випадку відповідає верхньому відділу крейдової системи, K2, K200 – відповідає сеноманському ярусу верхнього відділу крейдової системи, K2s.

Оцінка ступеню антропогенного впливу на якісні параметри масивів підземних вод в межах адміністративного району проводиться за відомими точковими та дифузними джерелами забруднення з використанням інтегрального показника рівня впливу [21]:

$$I_{mj} = \frac{\sum_{i=1}^n i_{ij}}{N}$$

де: I_{mj} – інтегральний показник рівня техногенного навантаження в межах адміністративного району; i_{ij} – індекси показників техногенного навантаження (щільності забруднення повітря, скидів стічних вод і накопичення твердих відходів) в i -ій адміністративній області; N - загальна кількість розглянутих показників.

Показники (i_{ij}) кожного окремого виду антропогенного впливу визначаються таким чином:

- окремі види антропогенного впливу в адміністративному регіоні зважували на площу регіону, що лежить у відповідному басейні річки (= регіональне зважене індивідуальне навантаження під впливом);
- кожне регіональне зважене індивідуальне навантаження під тиском пов'язане із загальним індивідуальним навантаженням під тиском у цілому річковому басейні (= індивідуальні показники впливу);
- нарешті, для кожної області індивідуальні показники тиску усереднюються середнім арифметичним для визначення інтегрального показника рівня всіх розглянутих антропогенних впливів.

Для розрахунку інтегрального показника враховують вплив від викидів в атмосферу, складування твердих відходів та скидів стічних вод. При цьому використовують офіційні статистичні дані, отримані впродовж одного календарного року.

Показник викидів в атмосферу враховується, оскільки досвід еколого-геохімічних досліджень показав, що походження більшості значних аномалій у ґрунтах обумовлено процесами атмосферного перенесення. У той же час більшість забруднень повітря осідає поблизу джерел викидів, а відсоток атмосферного перенесення на великі відстані є досить незначним. Радіус впливу промвузлів, як правило, не перевищує 100 км, тому узагальнення такої інформації по території адміністративних областей є цілком виправданим. Забруднені ґрунти, у свою чергу, є потенційним джерелом забруднення суміжних компонентів довкілля, включаючи підземні води, передовсім перших від поверхні водоносних горизонтів. Це підтверджується результатами досліджень в межах промислово-міської агломерації м. Києва, де внаслідок забруднення ґрунту та гірських порід зони аерації у підземні води протягом 30 років її мінералізація зросла на 50%, а вміст мікрокомпонентів зростав до 8–10 разів [22].

Оцінка потенційного антропогенного впливу на кількісні характеристики масивів підземних вод за рахунок водовідбору проводиться через показники зниження рівня підземних вод та зменшення відтоку.

Під захищеністю водоносного горизонту розуміють його перекриття відкладеннями, що перешкоджають проникненню забруднювальних речовин із земної поверхні або з вище розташованого водоносного горизонту. За ступенем захищеності всі масиви поділяють на захищені та незахищені. Безнапірні (ґрунтові) водоносні горизонти є незахищеними від забруднення з поверхні за природними показниками. Ступінь уразливості ґрунтових вод залежить від характеристик порід зони аерації – потужності та літологічного складу.

Напірні водоносні горизонти здебільшого надійно захищені від забруднення, оскільки у їхній покрівлі залягають водотривкі відклади завтовшки більше 10 м.

Стратегічною екологічною ціллю для масивів підземних вод є досягнення/підтримання «доброго» кількісного та хімічного станів.

3.5.1 Формування мережі пунктів моніторингу масивів підземних вод

Після визначення масивів підземних вод формується Програма державного моніторингу та формується мережа пунктів моніторингу за їх станом. Постановою №758 2018 р. [3] визначено, що Державна служба геології та надр України (Держгеонадра) є суб'єктом державного моніторингу довкілля та здійснює моніторинг підземних вод. Виконавцями моніторингових досліджень масивів підземних вод є підрозділи ДП «Українська геологічна компанія»: Волинська геологічна експедиція, Правобережна геологічна експедиція, Криворізька геологічна експедиція, Дніпровська геологічна експедиція, Південноукраїнська геологічна експедиція, Житомирська геологічна експедиція, Побузька геологічна партія. Програма державного моніторингу масивів підземних вод на 2022 р. (Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 05 січня 2022 року № 3) включає дослідження на 783 пунктах моніторингу [23]. Реальна мережа пунктів моніторингу є більшою і включає 911 пунктів (на початок 2000-х років їх було 1148), розподіл яких по території України є нерівномірним і відображає як число виділених масивів підземних вод, так і кількість свердловин, що слугують пунктами моніторингу (що залежить від інтенсивності господарського використання підземних вод) (рис. 3.18).

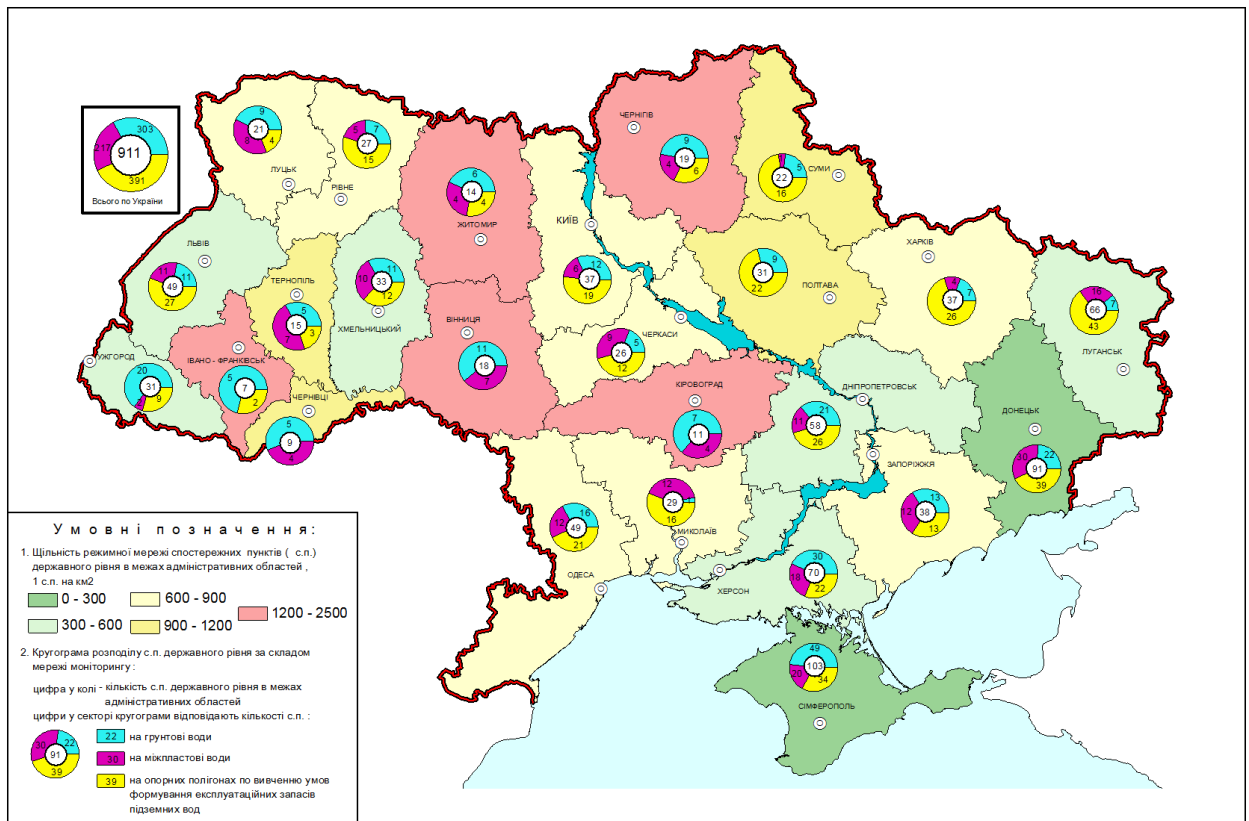


Рис. 3.18 Щільність пунктів державного моніторингу масивів підземних вод в межах адміністративних областей

Узагальнення інформації про стан масивів підземних вод, її зберігання, аналіз та обробку здійснює ДНВП «Геоінформ України» з використанням БД АІС ДВК. База даних дає можливість відбору таких даних по області, водогосподарській ділянці, по басейнах підземних вод та по річкових басейнах: загальні дані по водопункту, індекс та інтервал залягання водоносного горизонту, геологічний розріз водопункту, гідрогеологічну характеристику водопункту (результати випробування: дебіт, зниження, напір, статичний рівень, коефіцієнти фільтрації водопровідності; фільтр: тип, діаметр, інтервал установки тощо), дані спостережень за положенням рівня підземних вод, каталог хімічного складу підземних вод водопункту, загальні показники та макрокомпоненти. Результати моніторингу стану підземних вод, а також інформація по водозаборам з дозволами, доступні на веб-порталі «Інтерактивна карта водозабірних споруд» (<https://nadra.gov.ua/nmap/appWater.html>).

3.5.2 Зміст програми моніторингу масивів підземних вод

Для оцінки стану підземних вод використовують дві групи показників:

- **кількісний стан масиву підземних вод** є оцінкою об'ємів/запасів підземних вод і класифікується як "добрий" або "недосягнення доброго";
- **хімічний стан масиву підземних вод** визначається за окремими групами забруднювальних речовин і на основі екологічного нормативу якості води класифікується як "добрий" або "недосягнення доброго".

Показниками кількісного стану масивів підземних вод є рівні підземних вод та дебет підземних вод, що вимірюються один-п'ять разів на місяць.

Хімічний стан масиву підземних вод оцінюється за фізико-хімічними показниками та показниками хімічного забруднення. Фізико-хімічні показники включають: температуру, окисно-відновний потенціал, перманганатну окиснюваність, загальну мінералізацію та

концентрацію макрокомпонентів підземних вод (гідрокарбонатні іони, кальцій, калій, магній, натрій, силіцій, ферум загальний, флуор), що вимірюються щокварталу, але не менше ніж двічі на рік. Також один раз на рік вимірюють концентрацію мікрокомпонентів: алюміній, аргентум, берилій, кобальт, купрум, манган, молібден, нікель, селен, стронцій, хром, цинк. Перелік мікрокомпонентів визначається з урахуванням специфіки землекористування в районі розташування масиву підземних вод.

Нормативні величини концентрації даних компонентів в Україні не розроблено, оскільки концентрація цих складових значною мірою залежить від природних особливостей конкретного масиву підземних вод. Рекомендовано використовувати стандарти якості підземних вод ЄС, визначені Директивою 2006/118/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 12 грудня 2006 року про захист підземних вод від забруднення та погіршення [24].

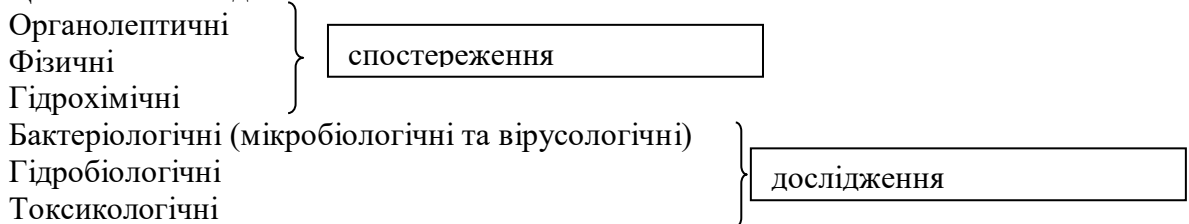
Показники хімічного забруднення контролюються згідно «Переліку забруднювальних речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» [10] (див. табл. 3.8). Також для підземних вод додатково вимірюють концентрацію:

- фенолів, нафтопродуктів, синтетичних поверхнево-активних речовин (один раз на один-два роки);
- специфічні синтетичні забруднювальні речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини відповідно особливостей масиву);
- специфічні несинтетичні забруднювальні речовини, у тому числі уран, радій, радон.

3.6 Огляд окремих показників стану компонентів гідросфери

Загальні фізико-хімічні показники екологічного стану вод

Ці показники поділяються на:



Органолептичні показники (оцінюються безпосередньо за допомогою органів чуття людини):

- **візуальні спостереження** – відмічають явища, незвичайні для даного району водного об'єкта (наявність плаваючих домішок, плівок, масляних плям, включень і інших домішок; розвиток і відмирання водоростей; загибель риби і тварин; масовий викид молюсків (мідій) на берег; поява підвищеної мутності, незвичайного кольору, піни та ін.);
- **запах, смак** – вода має відчутний запах, присмак, смак;
- **забарвлення** – вода має специфічне (характерне) забарвлення. Також тут відмічають прозорість/каламутність води (наявність або відсутність).

Фізичні показники:

- **температура води** на відповідному горизонті. Вимірюється за допомогою ртутних термометрів, електронних термометрів, глибинних термометрів, батітермографів, інфрачервоних радіометрів (використовуються як у наземному режимі, так і при дистанційному зондуванні землі);
- **прозорість**. Самими простими методами є використання диску Секкі та методу шрифту (Снеллена). У першому випадку використовують білий диск діаметром 30 см (для морських вод), або диск діаметром 20 см, розділений на чотири сектора, забарвлені у білий/чорний кольори (для поверхневих вод) (рис. 3.19). Диск опускають до водойми за допомогою мотузки та вимірюють на глибину, на якій диск перестає бути видимим.

Незважаючи на свою примітивність та значну кількість обмежень цей метод (що використовується з 1865 року) залишається основним методом спостережень за ступенем прозорості/каламутності вод. Наприклад з 2013 р. діє глобальна програма Marine Secchi Disk для оцінки динаміки прозорості вод морів та океанів, як альтернатива інструментальних методів вимірювання розвитку фітопланктону (<http://www.secchidisk.org/>).



Рис. 3.19 Диск Секкі у виконанні для морських та поверхневих вод

Метод шрифту використовується за умов можливості доставки зразків води до лабораторії і ґрунтується на можливості розгляді стандартний друкарський шрифт крізь скляний циліндр з плоским дном. У зв'язку з використанням стандартних умов освітлення цей метод має кращу відтворюваність у порівнянні з використанням диску Секкі, проте вимагає недопущення змін у властивостях зразка води в період між відбором та доставкою до лабораторії (не допускається випадіння осаду, явне помутніння води, зміна її кольору). Вода вважається прозорою, якщо шрифт впевнено читається через стовп води висотою 30 см, 20-30 см – слабо мутною, 10-20 см – помірно мутною, <10 см – мутною. Найбільш точними методами є використання електронно-оптичних вимірювальних пристроїв – нефелометрів або турбидиметрів, принцип роботи яких базується на розсіюванні променю світла колоїдними частинками у водній товщі. Як і у випадку з методом шрифту, основна проблема полягає у незмінності зразків води при доставці до лабораторії;

- **кольоровість води.** Ще один показник, який оцінюється виключно за допомогою зорового аналізатора людини шляхом порівняння зразка води зі стандартним набором кольорової шкали, оскільки існує велика кількість чинників різної природи, що можуть зумовлювати зміну кольору води (гумінових та фульвокислот, танинів, глини та вапняків, сполук заліза, фітопланктону та продуктів його життєдіяльності). Інтенсивність кольору вимірюється у градусах шляхом порівняння зі стандартними розчинами (платино-кобальтова шкала або хром-кобальтова шкала): 25 – дуже низька кольоровість; 25-50 – низька кольоровість; 50-80 – середня; 80-120 – висока; >120 – дуже висока. Колір визначають за наборами забарвлених розчинів (21 пробірка: 1-11 – синьо-жовті, 12-21 – жовто-коричневі) (рис. 3.20).



Рис. 3.20 Стандартна шкала кольоровості води

Гідрохімічні показники

Виділяють загальні та специфічні. До загальних показників якості води належать: вміст розчиненого кисню, вміст розчинених солей (мінералізація, електропровідність), хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; вміст біогенних речовин азоту і фосфору, вміст головних іонів:

- **розчинений кисень**. Основними шляхами надходження кисню до водної товщі є дифузія з атмосферного повітря (через поверхню води або при її перемішуванні (75-80%) та в результаті фотосинтезу (20-25%). Ступінь насичення киснем води залежить від абіотичних та біотичних параметрів гідроекосистеми. Визначальними абіотичними є глибина горизонту, температура, атмосферний тиск, концентрація нестійких органічних сполук. Біотичними – розвиток фітопланктону та бактеріопланктону. У звичайних умовах концентрація кисню не може перевищувати величину 15 мг/л, а його розчинність стрімко знижується при підвищенні температури та мінералізації води (рис. 3.21).

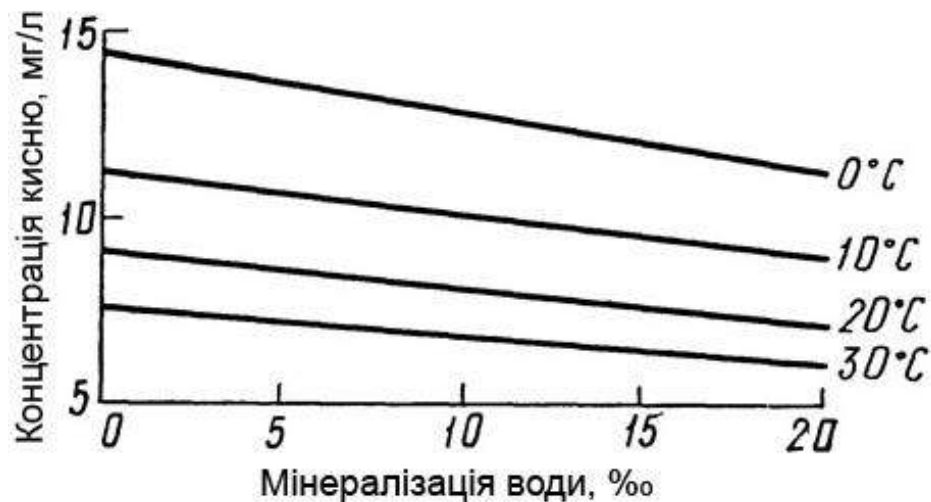


Рис. 3.21 Залежність розчинності кисню від температури та мінералізації води

На даний час основним методом вимірювання концентрації розчиненого кисню є використання електрохімічних аналізаторів, принцип дії яких базується на процесах дифузії кисню через напівпроникну мембрану з полімеру або кераміки (пропускає молекули кисню, але не пропускає воду та інші розчинені гази) та взаємодію з поверхнею кисневого електроду, що формує електричний потенціал;

- **концентрація розчинених солей – мінералізація**, це сумарна концентрація всіх розчинених неорганічних речовин. У більшості випадків вона визначається концентрацією гідрокарбонатів кальцію та магнію, хлоридів натрію та калію. Разом з тим в залежності від

специфічних умов формування природних вод спектр розчинених солей може бути надзвичайно різноманітним. Тому для визначення їх сумарної кількості використовують інтегральні показники. Самим точним є гравіметричний метод, який ґрунтується на випарюванні зразка води та зважування маси осаду, що залишився (вимірюється у г/дм^3). На противагу цьому методу широко використовують більш швидкий метод, що ґрунтується на процесах електропровідності води (природна вода є розчином іонів і, відповідно, є електролітом) за допомогою кондуктометрів (солемірів, TDS-метрів). У такому випадку одиницями виміру є питома провідність (мікросіменси на см $\mu\text{S/см}$ або $\text{Ом}\times\text{см}$), що у більшості випадків переводиться приладом одразу в одиниці мінералізації (мг/л або ppm);

- **біохімічне споживання кисню.** У воді завжди присутні органічні речовини. У природних відкритих водах нестійкі органічні речовини споживаються аеробними мікроорганізмами, з використанням розчиненого у воді кисню, що отримало назву «біохімічне споживання». У водах зі значною концентрацією органічних речовин, більшість розчиненого кисню витрачається на біохімічне окислення, таким чином позбавляючи його інші живі організми.

БСК – опосередкований показник потенційного дефіциту кисню та забруднення води нестійкими органічними речовинами, які окислюються аеробними мікроорганізмами з використанням розчиненого кисню.

Принцип методу: визначення концентрації розчиненого кисню у пробі води безпосередньо після відбору та після інкубації проби без доступу повітря у темноті (з метою виключення процесів фотосинтезу) за сталої температури – $20\text{ }^\circ\text{C}$

$$\text{БСК}_5 = C_1 - C_2,$$

де: C_1 – концентрація кисню у початковій пробі, мг/л ; C_2 – середня концентрація кисню після інкубації проби протягом 5 діб, мг/л .

Зазвичай визначають БСК_5 – експозиція проб протягом 5 діб – руйнуються лише нестійкі органічні речовини (білки, моносахариди, спирти, феноли).

БСК_{10} – експозиція проб протягом 10 діб – руйнуються більш стійкі органічні речовини (полісахариди, ліпіди, іоногенні ПР).

$\text{БСК}_{\text{повн.}}$ – експозиція проби протягом 20 діб до повного руйнування нестійких органічних речовин (лігніни, неіоногенні ПАР, нафтопродукти) (рис. 3.22).

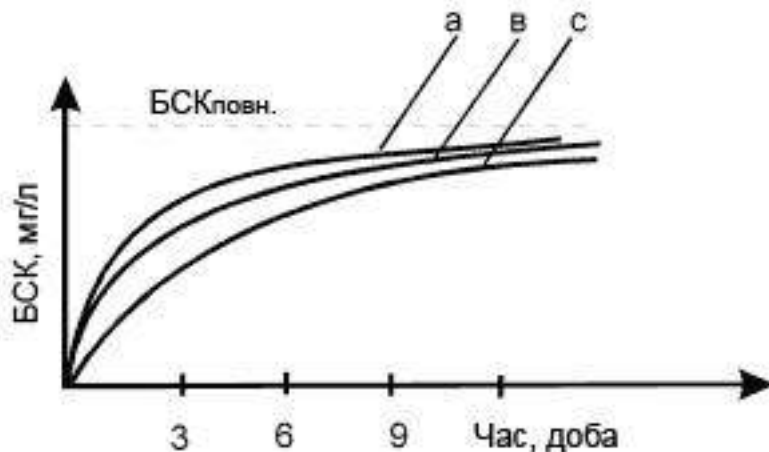


Рис. 3.22 Динаміка біохімічного споживання кисню за умов присутності речовин, що: а – легко окислюються; в – нормально окислюються; с – повільно окислюються

Слід пам'ятати, що наявність токсичних речовин може значно зменшувати БСК, стерилізуючи пробу, в результаті чого величина БСК може бути незначною при наявності високої концентрації органічних речовин.

- **хімічне споживання кисню (ХСК)** – міра забруднення води, яка характеризує сумарний вміст у воді органічних речовин за кількістю витраченого на окислення кисню.

Застосовують сильні хімічні окисники – перманганати або біхромати, які потенційно можуть окислити практично всі органічні речовини. Окислення проходить до утворення CO_2 , SO_3 , P_2O_5 , N_2 .

Заважають визначенню неорганічні відновники – хлориди (яких у природних та стічних водах може бути багато), нітрити, сульфіді, сірководень, іони Fe(II) – часто містяться у значній концентрації в стічних, забруднених органічними речовинами водах.

Бактеріологічні показники – характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. Програми моніторингу не передбачають контролю мікробіологічного забруднення вод. Проте ці методи є основними при санітарно-гігієнічному моніторингу вод, що використовуються як джерела питного водопостачання.

До найважливіших бактеріологічних показників відносять:

- **мікробне число** – загальна кількість сапротрофних бактерій в 1 мл води. Для питної води – не більше 100, для відкритих водойм – не більше 1000;

- **наявність *Escherichia coli*** (колі-індекс, коли-титр) – свіже фекальне забруднення. Для питної води – відсутність, для відкритих водойм – коли-титр не менше 111, коли-індекс – не більше 9;

- **наявність *Cl. perfringens*** – показник давнього фекального забруднення.

- **коліфаги** – наявність вірусів-бактеріофагів *E. coli* – ознака стійкого фекального забруднення (для відкритих водойм – не більше 10 на 100 мл);

- **наявність бактерій роду *Proteus*** – забруднення органічними речовинами та фекаліями тваринного походження.

Гідробіологічні показники.

Дають змогу оцінити екологічну якість вод за видовою та кількісною структурою гідробіоценозу водойми. Зміна видового складу біоценозу є індикатором слабкого забруднення водних об'єктів, яке складно виявити іншими методами. Також інші параметри (гідрологічні, гідроморфологічні) створюють умови для функціонування угруповань водних організмів, а їх зміна відбивається на структурі таких гідробіоценозів. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими. Проте, слід пам'ятати, що на особливості складу та функціонування гідробіоценозу впливають природні сезонні зміни та кліматичні фактори.

Виділяють 4 групи гідробіологічних показників:

- | | | |
|----------------------------------------------------------|---|---------------|
| 1. Структурні показники гідробіоценозу | } | біоіндикація |
| 2. Система сапробності | | |
| 3. Токсобність | | |
| 4. Використання організмів-концентраторів забруднювачів. | } | біомоніторинг |

- **структурні показники екологічних груп гідробіоценозу.** Визначають якісний та кількісний склад фіто-, зоопланктону, макрофітів та бентосу. Видовий склад гідробіоценозу використовують для багаторічної порівняльної оцінки стану водної екосистеми. Тому для отримання оцінки необхідний тривалий період накопичення гідробіологічної інформації:

- а) визначення щільності окремих екологічних груп (в екз./на м² або екз./ м³);
- б) загального числа видів основних груп;
- в) визначення масових та індикаторних видів;

Така інформація дозволяє розраховувати структурні та трофічні показники, що характеризують процеси в екосистемі:

- 1) різноманіття;
- 2) подібності;
- 3) продукції.

Для оцінки різноманітності угруповання найчастіше використовують інформаційний індекс Шеннона, що вимірюється у кількості інформації, що припадає на один екземпляр певного виду, $\text{біт} \times \text{екз}^{-1}$:

$$H = - \sum_{i=1}^k P_i \cdot \log_2 P_i$$

де P_i – частота зустрічальності виду в угрупованні (частка одиниці відносно загальної біомаси або чисельності екземплярів): $P_i = B_i / \sum B_i$; $P_i = N_i / \sum N_i$.

Для оцінки стану морських водних масивів за видовим різноманіттям різних екологічних угруповань суттєво відрізняються (табл. 3.12).

Таблиця 3.12. Критичні величини інформаційного індексу Шеннона ($\text{біт} \times \text{екз}^{-1}$) для оцінки екологічного стану морських водних масивів

Тип угруповання	Характеристика стану				
	«відмінний»	«добрий»	«задовільний»	«посередній»	«поганий»
Зоопланктон	>3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	1,5-1,0	<1,0
Макрозообентос м'яких донних відкладів	>3,3	2,5-3,3	1,8-2,4	1,1-1,7	<1,1
Макрозообентос піщаних донних відкладів	>4,0	3,1-4,0	2,2-3,0	1,3-2,1	<1,3

- **сапробність**. Одним з перших методів гідробіологічного аналізу, який було теоретично обґрунтовано та впроваджено у практику, є система сапробності, яку запропоновано ще у 1908 р. Р.Кольквітцем та М.Марсоном.

Сапробність – комплексний показник, який опосередковано вказує на наявність нестійкого органічного забруднення за наявністю специфічних груп гідробіонтів, здатних існувати у воді з певним вмістом органічних речовин.

Згідно цього методу, представники окремих систематичних груп гідробіонтів за своїм відношенням до наявності органічних речовин та стійкості до дефіциту кисню поділяються полі-, мезо- та олігосапробіонтів. Таким чином, інтенсивний розвиток групи гідробіонтів, які характеризуються певним рівнем сапробності, дозволяє віднести водну екосистему до відповідного рівня забруднення органічними речовинами;

- **полісапробіонти** – існують за умов високої концентрації органічних речовин. Спостерігаються практично анаеробні умови. Вода містить метан, сірководень, вуглекислоту. Переважають бактерії (але їх різноманіття незначне) та факультативні анаероби;

- **α – мезосапробіонти** – умови помірної концентрації нестійких органічних речовин. Інтенсивно протікають процеси мінералізації органічних речовин з виділенням аміаку та амінів. Кисень присутній у незначній кількості, метан та сірководень – відсутні. Біоценоз більш різноманітний, з'являються автотрофи;

- **β – мезосапробіонти** – існують за умов відсутності нестійких органічних речовин. Концентрації кисню достатньо для переважання окисних процесів. Характерні значні добові коливання концентрації кисню. Високе видове різноманіття, максимальна біомаса. Переважають автотрофи, сапрофаги, хижачки;

- **олігосапробіонти** – існують в умовах практично повної відсутності органічних речовин. Переважають автотрофи, фітофаги, хижачки. Максимальне видове різноманіття при незначній біомасі.

Використання системи сапробності для визначення якості водного середовища вимагають такі нормативні документи України: СанПин 4630-88 та Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв, 2001 [25].

Система сапробності зазнала численних модифікацій та уточнень списків видів-індикаторів, що значно покращило її чутливість та універсальність для різних типів екосистем. Одним з варіантів оцінки сапробності є індекс Пантле-Букка:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (s_i \cdot h_i)}{\sum_{i=1}^N h_i}$$

де N – число видів-індикаторів; h_i – відносна чисельність i -го виду; s – сапробність i -го виду за 4-бальною шкалою. Індикаторні величини сапробності встановлено для кількох сотень видів та таксономічних груп зоопланктону та макрозообентосу прісноводних водойм.

На даний момент використання біоіндикаційних методів в екологічному моніторингу забруднення водних екосистем вважається інноваційним та науково прогресивним. Хоча, не слід забувати, що розробка системи сапробності була вимушеною, бо на момент свого впровадження аналітичні можливості тогочасної хімічної науки були неспроможні визначити склад та властивості водного середовища.

Близьким за змістом є індекс АМВІ, що використовується для характеристики структурованості гідробіоценозів макрозообентосу морських екосистем, і базується на наявності або відносній кількості чутливих до антропогенного впливу видів [26]. Останній список ранжируваних організмів АМВІ 4.1 доповнений для оцінки європейських морів і включає 4466 таксонів.

Недоліки гідробіологічних методів оцінки якості вод:

- не дає можливості прогностичної кількісної оцінки забруднення;
 - не враховує природну мінливість видового складу гідробіонтів по сезонах, роках;
 - індикаторна цінність видів відрізняється у різних географічних зонах, відмінних типах водних об'єктів різних за походженням;
 - показники індикаторної ваги встановлені для порівняно невеликої частки видів гідробіонтів;
 - вимагає участі висококваліфікованих спеціалістів по кожній групі гідробіонтів;
 - чутливі лише до нестійких органічних речовин, які легко розкладаються у природних водоймах;
 - токсичне забруднення призводить до зміни структури угруповань гідробіонтів, що не пов'язане зі зміною ступеню сапробності екосистеми;
- використання організмів-концентраторів забруднювачів.**

У зв'язку з тим, що гідробіонти у водному середовищі біохімічно та осмотично тісно пов'язані з оточуючим середовищем, це зумовило появу різноманітних пристосувань, які дозволяють їм нормально функціонувати в широкому діапазоні змін хімічного складу абіотичних компонентів води та донних відкладів. Здатність деяких видів безхребетних акумулювати важкі метали дозволяє використовувати їх як моніторів забруднення водойм цими агентами.

Організми-монітори накопичують в своїх тканинах таку кількість забруднювача, яка є пропорційною вмісту його біологічно доступних форм у водному середовищі. При цьому його концентрація в організмі збільшується у 100-10000 раз.

Перевищення нормативів вмісту окремих забруднювачів (особливо – неорганічних) у водному середовищі часто не супроводжується негативними наслідками для угруповань

гідробіонтів. Тому система біотичних індексів може їх не виявляти. Зокрема, у більшості природних незабруднених водойм півночі та центральної України спостерігається перевищення ГДК_{вр} для такого токсичного металу як Сu. Проте, деградації екосистеми при цьому не відбувається, що пов'язано зі значним рівнем закомплексованості іонів цього металу. Відомі факти, коли нерозведені промислові стоки характеризувалися меншою токсичністю для гідробіонтів, ніж після змішування з чистою річковою водою. Такі, з першого погляду нелогічні явища, пов'язані з тим, що безпосередній токсичний ефект здійснюють лише біологічно доступні форми токсиканту.

Недоліки біомоніторингу з використанням організмів-концентраторів забруднювачів:

- відсутність лінійної залежності між рівнями акумуляції забруднювачів та вмістом їх біологічно доступної фракції у навколишньому середовищі;
- значний вплив на рівні накопичення параметрів росту, фізіологічного стану особин, спектру живлення;
- навіть близькі види характеризуються відмінностями у накопиченні хімічних елементів та їх сполук, що вимагає для порівняльного аналізу використання лише певних видів організмів-моніторів.

3.7 Обробка результатів хімічного стану водних масивів

Інтегральні показники якості води (індекси якості) – узагальнюючі показники, які одночасно враховують кілька нормативних показників з метою скорочення обсягу інформації.

У зв'язку з наявністю у воді кількох компонентів, які можуть не перевищувати нормативних показників якості води, їх сукупний вплив може становити загрозу для існування гідробіоценозу. Тому з метою отримання інтегрального показника якості вод виходять з припущення щодо принципу адитивності – сумачі ефектів окремих забруднювачів, шляхом розрахунку коефіцієнту забруднення (Кз), який відображає концентрацію всіх забруднювальних речовин одного типу в окремий проміжок часу (Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод в системі Міндовкілля, КНД 211.1.1.106-2003).

Цей коефіцієнт розраховується як сума відношень концентрації кожної забруднювальної сполуки до величини її екологічного нормативу якості (ЕНЯ) або гранично допустимій концентрації відповідно інших нормативних документів (ГДК), що віднесені до кількості вимірювань, проведених в заданий проміжок часу :

$$\gamma = 0.1 \sum_{i=1}^{10} \left(\frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_{ij}} \gamma_{ijn} \right),$$

$$\gamma_{ijn} = \begin{cases} \frac{C_{ijn}}{ГДК_i}, & \text{якщо } ГДК_i \text{ порушено } (C_{ijn} > ГДК_i), \\ 1, & \text{якщо } ГДК_i \text{ задовольняє } (C_{ijn} \leq ГДК_i), \end{cases}$$

де i , 10 – порядковий номер і загальна кількість контрольованих показників;

j , J - порядковий номер і загальна кількість пунктів (створів) моніторингу;

N_{ij} - порядковий номер і загальна кількість вимірювань i -го показника в j - му пункті (створі) за період часу, що аналізують (місяць, рік);

N_i - загальне число вимірювань i -го показника в усіх пунктах (створах) моніторингу;

γ_{ijn} - кратність перевищення ГДК (ЕНЯ) при n -му вимірюванні i -го показника у j -му пункті (створі) моніторингу.

Кз розраховується завжди для 10 компонентів. До складу цих показників включаються ті показники, що у найбільшу міру перевищують значення ГДК. У разі, якщо число показників, що перевищують ГДК, менше десяти (наприклад, 7), у формулі значення величин γ_{ijn} для решти показників (наприклад, для восьмого, дев'ятого і десятого) приймається рівним одиниці. Для оцінки екологічного стану морського водного масиву розглядають Кз для кожної з окремих груп забруднювальних речовин (таких як поверхнево-активні речовини, хлорорганічні пестициди, поліхлоровані біфеніли, важкі метали). Екологічний статус морських водних масивів визначається за найгіршим показником Кз для будь якої з оцінених груп (табл. 3.13-3.14).

Таблиця 3.13. Шкала величини Кз для концентрації забруднювальних речовин в морській воді та донних відкладах

Середовище або типи забруднення	Коефіцієнт забруднення (Кз)				
	Відмінний	Добрий	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
Забруднювальні речовини у морській воді	<0,5	0,5-1,0	1,0-2,5	2,5-5,0	>5
Важкі метали у донних відкладах	<0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,25-2,50	>2,5
Органічні забруднювальні речовини у донних відкладах	<0,2	0,2-1,0	1,0-5,0	5,0-25,0	>25,0
Екологічний стан	Добрий екологічний стан			Недобрий екологічний стан	

Таблиця 3.14. Шкала величини Кз для концентрації забруднювальних речовин для масивів поверхневих та підземних вод

Значення КЗ	1	1,01...2,50	2,51...5,00	5,01...10,00	Більше 10
Рівень забрудненості	Незабруднені (чисті)	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

Одним із способів подання результатів оцінювання екологічного стану поверхневих вод, згідно Водній Рамковій Директиві ЄС 2000/60/ЄС [14], є **індекс екологічної якості (EQI)**. Цей індекс визначається шляхом порівняння значень показників, отриманих у конкретному створі, зі значеннями показників у референційних (еталонних) умовах:

$$EQI = \sum_{i=1}^N \frac{P_i}{P_e}$$

де P_i – значення показника в i -му створі;

P_e – значення показника в еталонному створі;

N – загальна чисельність показників.

Таким чином, у методиці позбавляються централізованих підходів до встановлення якості води природних водойм згідно універсальних нормативів ГДК (ЕНЯ), які діють на всій території України.

Градації індексу *EQI* відповідно до класів якості вод наводяться у керівному документі ЕС «Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document № 10» (табл. 3.15).

Таблиця 3.15. Градації індексу екологічної якості (EQI) відповідно до класів якості вод

Клас якості вод	1	2	3	4	5
	Відмінна (high)	Добра (good)	Посередня (moderate)	Низька (poor)	Погана (bad)
Значення <i>EQI</i>	1,00-0,83	0,82-0,62	0,61-0,41	0,40-0,20	<0,20

Контрольні питання до розділу

1. Чому моніторинг складових гідросфери не обмежується оцінкою стану водного середовища?
2. Сформулюйте основне завдання моніторингу гідросфери.
3. На які складові поділяється державний моніторинг вод за об'єктами?
4. Функціональний розподіл обов'язків суб'єктів державного моніторингу вод.
5. Яка установа здійснює науково-методичне забезпечення державного моніторингу вод?
6. Що означає поняття «масив вод»?
7. Які процедури передбачає державний моніторинг вод? Який порядок їх реалізації?
8. Діагностичний моніторинг вод.
9. Що означає поняття «референційні умови»?
10. Відмінності між точковими та дифузними джерелами забруднювальних речовин.
11. Що означає досягнення «екологічної цілі» для масиву вод?
12. Операційний моніторинг вод.
13. Дослідницький моніторинг вод.
14. Басейнова рада.
15. Критерії виокремлення масиву поверхневих вод.
16. Критерії визначення масивів штучних або істотно змінених масивів поверхневих вод.
17. Складові мережі пунктів спостережень за станом масивів поверхневих вод.
18. Гідрологічний пост спостережень.
19. Пункт моніторингу за забрудненням.
20. Організація пункту моніторингу масиву поверхневих вод.
21. Що означає «створ пункту моніторингу»? Принципи їх розміщення.
22. Показники екологічного стану масивів поверхневих вод.
23. Показники хімічного стану масивів поверхневих вод.
24. Принцип визначення екологічного стану масиву поверхневих вод.
25. Критерії екологічного стану масивів поверхневих вод.
26. Зміст програми моніторингу масивів поверхневих вод в залежності від категорії водного об'єкту
27. Екологічні нормативи якості окремих компонентів гідробіоценозу.
28. Екологічні нормативи якості хімічних та фізико-хімічних показників.
29. Екологічні нормативи якості (ЕНЯ) хімічного стану масиву поверхневих вод.
30. Визначення екологічного класу якості масиву поверхневих вод за специфічними синтетичними та несинтетичними забруднювальними речовинами.
31. Відмінності між ГДК та ОДР.
32. Поділ забруднювальних речовин за лімітуючою ознакою шкідливості.
33. Складові об'єкти моніторингу морських вод. Їх особливості.

34. Морські водні масиви.
35. Відмінності за критеріями оцінки екологічного стану прибережних/перехідних водних масивів від оцінки стану морських масивів.
36. Дескриптори «доброго» екологічного стану морських водних масивів.
37. Гідробіологічні показники екологічного стану морських водних масивів.
38. Фізико-хімічні показники екологічного стану морських водних масивів.
39. Принципи оцінки евтрофікації морських вод.
40. Моніторинг морського сміття.
41. Складові гідроморфологічних показників екологічного стану морських водних масивів.
42. Принципи визначення меж масивів підземних вод.
43. Формування мережі пунктів моніторингу масивів підземних вод.
44. Суб'єкти моніторингу масивів підземних вод.
45. Зміст програми моніторингу масивів підземних вод.
46. Загальні фізико-хімічні показники екологічного стану вод.
47. Гідрохімічні показники.
48. Гідробіологічні показники – структурні показники екологічних груп гідробіоценозу.
49. Поняття «сапробність».
50. Використання організмів-концентраторів забруднювачів з метою оцінки стану вод.
51. Принципи обробки результатів хімічного стану водних масивів.

Література до розділу

1. Про Концепцію розвитку водного господарства України. Постанова Верховної ради від 14.01.2000 р. №1390-XIV. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1390-14#Text>
2. Порядок здійснення державного моніторингу вод. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1996 р. № 815. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/go/815-96-%D0%BF>
3. Порядок здійснення державного моніторингу вод. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. №758. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>
4. Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23.10. 2000 р. Доступ: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text
5. Про схвалення Концепції створення загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля». Розпорядження Кабінету Міністрів України від 07.11.2018 р. №825-р. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/825-2018-%D1%80#Text>
6. Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів від 14.01.2019 №4. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19#Text>
7. Про затвердження Програми державного моніторингу вод (у частині діагностичного та операційного моніторингу поверхневих вод) на 2022 рік. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 05.01.2022 р. №1. Доступ: <https://merg.gov.ua/documents/3655.html>
8. Про затвердження Методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів від 14.01.2019 р. №5 Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0127-19>
9. Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами.

Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів від 04.03.2021 р. Доступ: <https://mepr.gov.ua/documents/3331.html>

10. Про затвердження Переліку забруднювальних речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів від 06 лютого 2017 року № 45. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0235-17#Text>

11. Про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів (ГДК та ОБРВ) у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі населених місць та (ОДР) у воді водоймищ. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення та Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 21.11.1997 р. № 336. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0336282-97>

12. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 15.02.2010 р. № 400.

13. Про затвердження Програми державного моніторингу вод (у частині діагностичного моніторингу прибережних і морських вод Чорного та Азовського морів) на період до 2026 року Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 05.01.2022 р. №2. Доступ: <https://mepr.gov.ua/documents/3653.html>

14. Директива Ради 2008/56/ЄС, що встановлює рамки діяльності Співтовариства у сфері політики з морського середовища. Доступ: <https://mepr.gov.ua/news/31291.html>

15. Про схвалення Морської природоохоронної стратегії України. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11.10.2021 р. №1240-р. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2021-%D1%80#Text>

16. Menhinick, E.F. A Comparison of Some Species-Individuals Diversity Indices Applied to Samples of Field Insects. *Ecology*. 1964. 45, 859-861. <https://doi.org/10.2307/1934933>

17. Черничко І.І., Сіохин В.Д. Инвентаризация и кадастровая характеристика водно-болотных угодий юга Украины. - Мелитополь: Бранта, 1993. – 93 с.

18. Санітарні правила і норми охорони прибережних вод морів від забруднення в місцях водокористування населення СанПіН № 4631-88. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v4631400-88#Text>

19. Про затвердження Правил охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.02.1996 р.269-96-п. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/269-96-%D0%BF#Text>

20. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. A guidance document within the Common Implementation Strategy for the Marine Strategy Framework Directive. European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. – 128 p. Доступ: <https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201702074014.pdf>

21. Технічний звіт «Розробка проекту плану управління басейном річки для басейну Дніпра. Крок. 1. Аналіз тиску та впливу, оцінка ризику, цілей довкілля, Програма моніторингу підземних вод і трансгранична гармонізація». Водна ініціатива Європейського Союзу для Країн Східного партнерства (EUWI+). Гошовський С., Саніна І., Люта Н. 2020 р.

22. Люта Н.Г. Оцінка стану і прогнозування змін геологічного середовища Київської житлово-промислової агломерації під впливом техногенного навантаження (еколого-геохімічний аспект): автореф. дис... канд. геол. наук: 04.00.06; Київський ун-т ім. Тараса Шевченка. - К., 1997. - 30 с.

23. Програма державного моніторингу масивів підземних вод на 2022 р. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 05 січня 2022 року № 3. Доступ: <https://mepr.gov.ua/documents/3654.html>

24. Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration. Доступ: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0019:0031:EN:PDF>

25. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / ВД Романенко, ВМ Жукинський, ОП Окснюк – К.: Наукова думка, 2001

26. Muxika I., Borja A., Bonne W. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological indicators*. 2005. Vol. 5. P. 19–31.

РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

У більшості підручників з моніторингу довкілля в цьому розділі мова іде виключно про моніторинг ґрунтів сільськогосподарського призначення [1]. Як наслідок, цей розділ називають «Моніторинг ґрунтів». Проте, екологічний моніторинг ґрунтів є однією зі складових (хоч і основною) більш широкої комплексної програми – моніторингу земель.

Моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

Основним нормативним документом, що регламентує порядок проведення моніторингу земель, є Постанова КМУ від 20.07.1993 р. № 661 Положення про моніторинг земель (далі Положення КМУ №661 1993 р.) [2].

Об'єктом моніторингу є всі землі незалежно від форми власності на них.

Залежно від мети спостережень та ступеня охоплення територій виділяються такі рівні моніторингу 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 (елементарних структурах) ландшафтно-екологічних комплексів.

Складові державного моніторингу земель:

1) контроль цільового використання та дотримання заходів щодо охорони земель усіх категорій і форм власності;

2) оцінка процесів, пов'язаних із змінами родючості ґрунтів, заростання сільськогосподарських угідь, забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та іншими токсичними речовинами;

3) оцінка стану берегових ліній водойм (річок, морів, озер, заток, водосховищ, лиманів, гідротехнічних споруд);

4) виявлення, спостереження та оцінка ризиків від процесів, пов'язаних з утворенням ярів, зсувів, селевими потоками, землетрусами, карстовими, кріогенними та іншими явищами;

5) стану земель населених пунктів;

6) контроль територій, зайнятих небезпечними для довкілля об'єктами (нафтогазодобувними об'єктами, очисними спорудами, гноєсховищами, складами паливно-мастильних матеріалів, добрив, стоянками автотранспорту, захороненням токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів);

7) контроль поточного стану сільськогосподарських земель – агрохімічна паспортизація, зйомка, обстеження і вишукування.

Спостереження за станом земель залежно від терміну та періодичності їх проведення поділяються на:

– **базові** – вихідні спостереження, що фіксують стан об'єкта спостережень на момент початку ведення моніторингу земель. Використовуються для порівняльної оцінки;

– **періодичні** (через рік і більше з метою оцінки тенденцій та ступеню змін показників відповідно до складових моніторингу земель);

– **оперативні** (фіксують поточні зміни внаслідок господарської діяльності або небезпечних природних явищ/стихійних лих).

Проведення моніторингу земель здійснюється у такому порядку:

- виконання спеціальних зйомок і обстежень земель;
- виявлення негативних факторів, вплив яких потребує здійснення контролю;
- оцінка, прогноз, запобігання впливу негативних процесів.

Можна бачити, що такий поділ моніторингу земель відповідає концепції здійснення моніторингу вод, який передбачає процедури діагностичного, операційного та дослідницького моніторингу. Проте на початок 2022 р. єдиної програми державного моніторингу земель не проводиться. Кожний з суб'єктів здійснює свою діяльність відповідно до покладених на нього обов'язків у сфері державного моніторингу земель, за своїми програмами та методиками.

4.1 Суб'єкти моніторингу земель

Окремі складові моніторингу земель виконуються різними суб'єктами моніторингу за своїми окремими програмами.

4.1.1 Держгеокадастр

Реалізація першої та другої складової державного моніторингу земель покладено на Державну службу України з питань геодезії, картографії та кадастру (Держгеокадастр). Держгеокадастр здійснює державний нагляд (контроль) за дотриманням земельного законодавства, використанням та охороною земель усіх категорій і форм власності, а в частині родючості ґрунтів – за зміною показників якісного стану ґрунтів у результаті проведення господарської діяльності на землях сільськогосподарського призначення та за своєчасним проведенням підприємствами заходів щодо збереження, відтворення та підвищення родючості ґрунтів.

Працівники Держгеокадастру мають ранг державних інспекторів у сфері державного контролю за використанням та охороною земель і додержанням вимог законодавства про охорону земель.

Аналіз змісту Річного плану здійснення заходів державного нагляду (контролю) Держгеокадастру на 2022 рік [3] показав, що близько 95 % від усіх запланованих заходів на 2020 рік становлять заходи державного нагляду (контролю) щодо додержання законодавства у сфері використання та охорони земель, решта – 5 % стосуються заходів контролю щодо додержання законодавства у сфері топографо-геодезичної та картографічної діяльності і додержання законодавства у сфері землеустрою. Таким чином Держгеокадастр основу увагу приділяє діяльності суб'єктів господарювання агропромислового комплексу, що є основними землекористувачами України.

Повноваження зі здійснення державного нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі в частині використання та охорони земель Держгеокадастру дісталися «у спадок» від ліквідованої Державної інспекції сільського господарства ще наприкінці 2016 року.

Складові державного нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі:

1. У частині дотримання земельного законодавства, використання та охорони земель усіх категорій та форм власності, в тому числі за:

1.1 веденням державного обліку і реєстрації земель, достовірністю інформації про наявність та використання земель;

1.2 виконанням умов зняття, збереження і використання родючого шару ґрунту під час проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, пов'язаних із порушенням ґрунтового покриву, своєчасним проведенням рекультивациі порушених земель в обсягах, передбачених відповідним робочим проектом землеустрою;

1.3 дотриманням вимог земельного законодавства в процесі укладання цивільно-правових договорів, передачі у власність, надання у користування, в тому числі в оренду, вилучення (викупу) земельних ділянок;

1.4 дотриманням органами державної влади, органами місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами вимог земельного законодавства та встановленого порядку набуття і реалізації права на землю;

1.5 дотриманням правил, встановленого режиму експлуатації протиерозійних, гідротехнічних споруд, збереженням захисних насаджень і межових знаків;

1.6 проведенням землеустрою, виконанням заходів, передбачених проектами землеустрою, зокрема за дотриманням власниками та користувачами земельних ділянок вимог, визначених у проектах землеустрою;

1.7 розміщенням, проектуванням, будівництвом та введенням в експлуатацію об'єктів, які негативно впливають або можуть вплинути на стан земель;

1.8 здійсненням заходів, передбачених відповідними робочими проектами землеустрою щодо захисту земель від водної і вітрової ерозії, селів, підтоплення, заболочення, засолення, солонцювання, висушування, ущільнення та інших процесів, що призводять до погіршення стану земель, а також щодо недопущення власниками та користувачами земельних ділянок псування земель шляхом їх забруднення хімічними та радіоактивними речовинами і стічними водами, засмічення промисловими, побутовими та іншими відходами, заростання чагарниками, дрібноліссям та бур'янами;

1.9 дотриманням строків своєчасного повернення тимчасово зайнятих земельних ділянок та обов'язкового виконання заходів щодо приведення їх у стан, придатний для використання за призначенням;

1.10 дотриманням порядку визначення та відшкодування втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва;

1.11 використанням земельних ділянок відповідно до цільового призначення;

1.12 дотриманням вимог земельного законодавства органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування з питань передачі земель у власність та надання у користування, у тому числі в оренду, зміни цільового призначення, вилучення, викупу, продажу земельних ділянок або прав на них на конкурентних засадах

Таким чином, Держгеокадастр контролює всіх суб'єктів господарювання щодо дотримання цільового використання земель та реалізації заходів, спрямованих на збереження їх відповідного стану.

2. У частині нагляду (контролю) родючості ґрунтів:

2.1 за зміною показників якісного стану ґрунтів у результаті проведення господарської діяльності на землях сільськогосподарського призначення;

2.2 за своєчасним проведенням підприємствами, установами, організаціями всіх форм власності заходів щодо збереження, відтворення та підвищення родючості ґрунтів;

Таким чином, контроль показників якості ґрунтів стосується лише земель сільськогосподарського призначення і не поширюється на землі іншого цільового призначення.

4.1.2 Державна екологічна інспекція

Незважаючи на те, що законодавством на Держгеокадастр покладено функції контролю родючості ґрунтів шляхом спостережень за зміною показників їх якісного стану, своєї лабораторної бази цей суб'єкт моніторингу не має. Тому відповідно до Положення про Державну екологічну інспекцію України (Постанова КМУ від 19.04.2017 р. № 275) ці функції виконують Інструментально-лабораторні відділи Держекоінспекції, які забезпечені відповідним обладнанням та персоналом [4]. Таким чином Держекоінспекція також забезпечує реалізацію 2-ї та 6-ї складових державного моніторингу земель:

2 - оцінка процесів, пов'язаних із змінами родючості ґрунтів, заростання сільськогосподарських угідь, забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та іншими токсичними речовинами;

6 - територіями, зайнятими небезпечними для довкілля об'єктами (нафтогазодобувними об'єктами, очисними спорудами, гноєсховищами, складами паливно-мастильних матеріалів, добрив, стоянками автотранспорту, захороненням

токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів) відповідно до категорії видів планової діяльності та об'єктів, що можуть мати значний вплив на довкілля.

Відповідно до Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» Державний контроль за дотриманням вимог законодавства України про охорону земель здійснює центральний орган виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів (станом на 2022 р. – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів) [5]. Положення про Держекоінспекцію визначає, що вона здійснює державний нагляд (контроль) за додержанням всіма суб'єктами господарювання положень законодавства про охорону земель [4]:

- виконання екологічних вимог під час надання у власність і користування, зокрема в оренду, земельних ділянок;
- здійснення заходів із запобігання забрудненню земель хімічними і радіоактивними речовинами, відходами, стічними водами;
- додержання режиму використання земель природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення, а також територій, що підлягають особливій охороні;
- додержання екологічних нормативів з питань використання та охорони земель;
- ведення будівельних, днопоглиблювальних робіт, видобування піску і гравію, прокладення кабелів, трубопроводів та інших комунікацій на землях водного фонду;
- установа та використання водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, а також додержання режиму використання їх територій;
- своєчасного та повного здійснення заходів із захисту земель від засмічення та забруднення відходами.

Відповідно до Постанови КМУ від 06.03.2019 р. №182 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність проведення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів Державною екологічною інспекцією» для оцінки ступеню ризику від провадження господарської діяльності, пов'язаної з використанням та охороною земель, застосовують такі критерії [6]:

- користування земельною ділянкою відповідного цільового призначення;
- використання земель водного фонду не за призначенням;
- незаконне використання земель державного лісового фонду;
- порушення правил використання земель.

Основними негативними наслідками є погіршення якісного стану земель та накопичення хімічних і радіоактивних речовин у ґрунтах.

Незважаючи на наявність на офіційних сайтах регіональних підрозділів Держекоінспекції повідомлень про велику кількість досліджених земельних ділянок та проаналізованих зразків, слід розуміти, що такі спостереження проводяться виключно на земельних ділянках під час інспектування об'єктів промислового та сільськогосподарського виробництва. Отримана інформація відповідає категорії оперативного моніторингу і не може характеризувати екологічний стан земель регіону.

4.1.3 Держводагентство

Оцінка стану берегових ліній водойм (3-тя складова державного моніторингу земель) покладена на Державне агентство водних ресурсів України і реалізується у ході здійснення моніторингу масивів поверхневих вод як складова гідроморфологічних показників. Спостереження за переформуванням берегів здійснюються під час щорічного обстеження, яке проводиться зазвичай наприкінці літа – на початку осені, в так званий межений період (коли спостерігається відносно низький рівень водойм).

Показниками переформування берегів є:

- відступ берега (інтенсивність розмиву), вимірюється у м/рік;
- площа втрачених земель, вимірюється у га/рік;
- акумуляція відкладів, т/рік.

Держводагентство здійснює моніторинг на берегових лініях континентальних водойм – річках, озерах, водосховищах. Оцінку стану берегової лінії морського узбережжя проводять підрозділи Держгеонадр.

Також Держводагентство здійснює моніторинг зрошувальних та осушувальних земель. **Моніторинг зрошуваних та осушуваних земель** – комплекс спеціальних робіт, які включають збирання, обробку, зберігання та передачу інформації про стан меліорованих земель і меліоративних систем, їх водний баланс, а також аналіз, оцінку та прогнозування можливого впливу меліоративних заходів на навколишнє природне середовище.

Завдання:

- 1) **спостереження** за геоекологічними процесами на зрошуваних, осушуваних і прилеглих до них землях, у тому числі за інженерно-геологічними процесами;
- 2) **спостереження** за якістю зрошувальних вод, ґрунтовими і поверхневими водами на зрошуваних і осушуваних землях, дренажними та скидними водами меліоративних систем;
- 3) **спостереження** за зміною родючості ґрунтів меліорованих земель;
- 4) **оцінка** еколого-меліоративного стану зрошуваних й осушуваних земель і виявлення тенденцій його зміни та причин, що їх обумовлюють;
- 5) **оцінка** технічного стану меліоративних систем та його впливу на еколого-меліоративний стан зрошуваних і осушуваних земель та прилеглих територій;
- 6) **прогнозування** еколого-меліоративного стану зрошуваних та осушуваних земель;
- 7) **розробка пропозицій** з поліпшення еколого-меліоративного стану зрошуваних і осушуваних земель та ліквідації підтоплення;
- 8) ведення обліку та оцінка стану меліорованих земель і меліоративних систем.

Керівний документ: Інструкція з організації та здійснення моніторингу зрошуваних та осушуваних земель. Держводагентство, № 108, 16.04.2008 р. [7].

Зміст моніторингу:

1. Спостереження за станом вод.
2. Спостереження за станом меліорованих земель за окремими показниками.
 - 2.1. Ґрунтово-сольова зйомка – спостереження за вмістом і хімічним складом солей та водневим показником (рН).

Зйомки виконуються у масштабі 1:50000 щороку в обсязі 20-30% від площі зрошуваних та осушуваних земель відповідно. За п'ять років сольовими (кислотними) зйомками має бути охоплена вся площа зрошуваних (осушуваних) земель.

- 2.2. Оцінка зміни родючості ґрунтів на меліорованих землях.

Проводиться за даними спостережень на ґрунтових та ґрунтово-сольових стаціонарах (для зрошуваних земель) та на типових осушувальних системах (для осушуваних земель). Оцінюються агрофізичні параметри ґрунту, агрохімічні та фізико-хімічні параметри, гідрогеологічні та гідрологічні, біопродуктивність ґрунту.

4.1.4 Держгеонадра

Роботи з узагальнення матеріалів моніторингу екзогенних геологічних процесів (за виключенням землетрусів) здійснюються підрозділом ДНВП «Геоінформ України» (4-та складова державного моніторингу земель). До найбільш небезпечних процесів за величиною збитків, завданими господарським об'єктам, належать: зсуви, карст, підтоплення, абразія, селі. Небезпека екзогенних геологічних процесів полягає у тому, що в багатьох випадках змінюються ландшафтно-екологічні умови, що унеможливають

подальше цільове використання земельної ділянки, аж до повного її зникнення. Поширення та інтенсивність прояву геологічних процесів визначаються особливостями геологічної та геоморфологічної будови території, її тектонічним, неотектонічним та сейсмічним режимом, а також гідрологічними, кліматичними, гідрогеологічними палео– та сучасними умовами. Для систематизації, обробки та аналізу даних щодо умов розвитку та активізації екзогенних геологічних процесів (зсувів, карсту, підтоплення, абразії і селів), а також для підтримки функціонування Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій (УІАС НС), розроблена і функціонує автоматизована інформаційна система “Екзогенні геологічні процеси”.

Ведення автоматизованої інформаційної системи “Екзогенні геологічні процеси” здійснюється на двох рівнях:

- регіональному – геологічними підприємствами відповідної території діяльності, де опрацьовується первинна інформація, яка передається на державний рівень;
- державному – в ДНВП «Геоінформ України», що проводить узагальнення інформації регіонального рівня, її зберігання, аналіз та обробку.

Зсуви – гравітаційні схилі процеси як результат зміщення порід на схилах, що відбувається під силою тяжіння. Зсуви характеризуються різними формами, обсягами та швидкостями зміщення. Найбільш поширені на високих і крутих схилах річок та морських узбережжях. Загальна кількість зсувів становить близько 23 тисяч одиниць (рис. 4.1). Активізація зсувів у місцях забудови негативно впливає на безпеку споруд і будівель, функціонування господарських об’єктів і територій в цілому. Господарська діяльність викликала поширення зсувів в понад 200 населених пунктах. Значних збитків від дії зсувів зазнають м. Київ, Дніпро, Кам’янське, Запоріжжя, Харків, Полтава та Чернівці.



Рис. 4.1 Поширення зсувів на території України (<https://geoinf.kiev.ua/ekzohenni-geolohichni-protsezy/>)

Карст – це інженерно-геологічний процес, що відбувається при взаємодії води з розчинними гірськими породами. Він є особливо небезпечним тому, що його раптова

активізація може сприяти виникненню миттєвих провалів чи осідань земної поверхні. На 74,2 % території України поширені породи, в яких при певних умовах може відбуватися карстоутворення. Загальна кількість карстопроявів перевищує 27 тисяч одиниць (рис. 4.2).

Розвиток карсту на території України має регіональні відмінності, які пов'язані з нерівномірним розподілом площ порід, здатних до карстування, характером прояву процесу (підземні та поверхневі прояви) та щільністю розподілу карстопроявів, що змінюється від 1-10 до 60 шт /км².



Рис. 4.2 Поширення карсту на території України

Впродовж останніх 30 років основним чинником активізації карстового процесу виступає господарська діяльність. Основного впливу зазнають породи, що залягають на глибині 100-200 м, а в окремих випадках – 400-800 м. Особливої уваги та індивідуальних досліджень вимагають райони сучасної активізації карстового процесу і, насамперед, райони проведення підземних гірничих робіт, майданчик Рівненської АЕС та промислово-міські агломерації Причорномор'я (мм. Одеса, Сімферополь, Севастополь).

Підтоплення – підйом рівня ґрунтових вод та стійке порушення природного режиму зволоження, що викликає несприятливі зміни всіх компонентів наземної екосистеми. Активізація процесу завдає великої шкоди, а наслідки створюють надзвичайні ситуації, погіршення умов виробничої діяльності. За останні 30 років загальна площа підтоплених територій зі сталими проявами процесу зростає майже у 8 разів і займає 13,2% території країни, в зоні його впливу знаходяться 4754 населених пунктів (рис. 4.3).

В результаті сумісного прояву абразійного та зсувного процесів, на значній території Азово-Чорноморського узбережжя продовжується інтенсивна руйнація ділянок узбереж, переважно у межах Південного берегу АР Крим, Донецької, Запорізької, Миколаївської, Одеської та Херсонської областей.

Довжина абразійних берегів у межах України складає 914 км на Чорному морі та 253 км на Азовському (рис. 4.4). Швидкість абразії вздовж рекреаційних територій коливається в інтервалі 5-20 м/рік. Значна щільність населення, тенденція до хаотичної забудови прилеглої території, збільшення техногенного навантаження призводять до деградації Азово-Чорноморського узбережжя та його втрати на окремих ділянках.



Рис. 4.4 Карта абразійних берегів у межах України

Селі – це короточасні гірські потоки, які складаються із суміші води і великої кількості твердого матеріалу. Поширення та інтенсивність селевого процесу у гірських і передгірських областях Карпат і Криму визначається особливостями тектонічного, неотектонічного, сейсмічного режимів гірських зон та залежить від геологічної будови території, геоморфологічних та гідрологічних умов, клімату, діяльності людини, тощо.

Умови для сходження селів у межах регіонів Складчастих Карпат, Закарпатському прогині та Гірському Криму сформувалися на 70% території гірських водозборів (рис. 4.5). В АР Крим селевими басейнами зайнято 3% площі, в Закарпатській області – 40%, Чернівецькій – 15%, Івано-Франківській – 33%, Львівській – 8%. У Карпатському регіоні виявлено 219 селевих водозборів. Найбільшою селеактивністю характеризуються басейни річок Черемош і Прут.

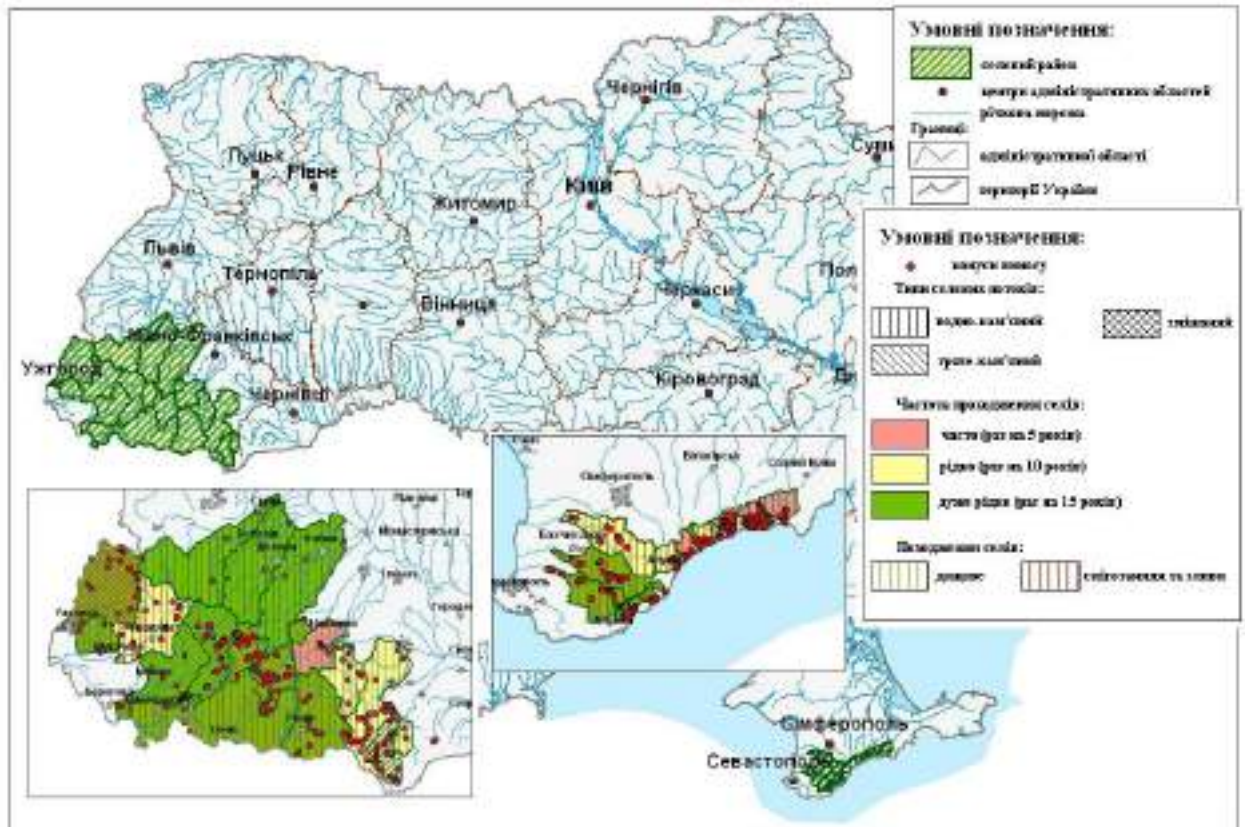


Рис. 4.5 Поширення та інтенсивність селевого процесу у гірських і передгірських областях Карпат і Криму

4.1.5 Державне космічне агентство України

Сейсмічний моніторинг (4-та складова державного моніторингу земель) здійснюється шляхом спостережень за процесами, що супроводжуються розповсюдженням сейсмічних хвиль, та реєстрації коливань земної поверхні. Моніторинг землетрусів проводить Головний центр спеціального контролю Державного космічного агентства України за допомогою Національної системи сейсмічних спостережень. Національна система була створена Постановою КМУ від 11 вересня 1995 року №728 [8], з метою підвищення безпеки проживання населення та безпеки експлуатації виробничих фондів у сейсмонезбезпечних регіонах країни, а також здійснення контролю за дотриманням вимог міжнародних договорів України про обмеження та заборону випробувань ядерної зброї. До складу Головного центру спеціального контролю входить 7 пунктів спостереження у Житомирській області («Городок», «Малин», «Кам'яний Брід», «Любар», «Піддуби», «Зелениця»), сейсмічна станція PS-45 (с. Ворсівка), а також «Балта» (Одеська область), «Кам'янець-Подільський» (Хмельницька область), «Ужгород», «Київ», «Харків», «Полтава». Раніше два пункти розташовувалися у Євпаторії та Севастополі, але до анексії Криму обладнання встигли вивезти і розгорнути аналогічні у Харкові та Полтаві. Найбільш технічно оснащеною та чутливою є станція PS-45 (с. Ворсівка), яка має 24 чутливі елементи, що розташовані на території Малинського та Радомишльського районів (Житомирська область) і охоплюють площу близько 800 квадратних кілометрів. Розташування більшості станцій спостереження на Житомирщині пов'язано з близькістю залягання Українського кристалічного щита – багатоярусної тектонічної плити, що є фундаментом Східноєвропейської платформи, яка чітко сприймає всі коливання земної кори.

4.1.6 Уповноважені органи містобудування та архітектури

Моніторинг стану земель населених пунктів є найбільш складною та нероздробленою складовою державного моніторингу, оскільки населені пункти включають землі всіх категорій цільового призначення (а деякі присутні лише на територіях населених пунктів), для кожної з яких необхідно розробляти свої програми моніторингу та критерії оцінки стану. Відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» та наказу Мінрегіону від 01.09.2011 № 170 «Про затвердження Порядку проведення містобудівного моніторингу» містобудівний моніторинг повинен проводитися щороку уповноваженими органами містобудування та архітектури [9]. Відповідно Закону України «Про архітектурну діяльність» до таких уповноважених органів належать:

- центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері архітектури (станом на 2022 р. – Міністерство розвитку громад та територій України – Мінрегіон);
- орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань архітектури;
- структурні підрозділи обласних, районних, Київської та Севастопольської міських державних адміністрацій з питань архітектури;
- виконавчі органи сільських, селищних, міських рад з питань архітектури.

Таке різноманіття та складна ієрархія уповноважених органів також не сприяє формуванню єдиної системи та методології містобудівного моніторингу.

Містобудівний моніторинг – система спостережень, аналіз реалізації містобудівної документації, оцінки та прогнозу стану і змін об'єктів містобудування, які проводяться відповідно до вимог містобудівної документації та спрямовані на забезпечення сталого розвитку територій з урахуванням державних і громадських інтересів.

До завдань містобудівного моніторингу належить збір таких показників:

1. Реалізації Генеральної схеми планування території України.
2. Реалізації містобудівної документації на регіональному рівні.
3. Реалізації містобудівної документації на місцевому рівні за опрацюванням матеріалів щодо:
 - інженерних, геологічних та гідрологічних вишукувань;
 - оцінки екологічного та санітарно-гігієнічного стану земель, водного та повітряного басейнів, рівнів шумового, електромагнітного та радіаційного забруднення;
 - спостережень за режимом гідрометеорологічних явищ: лавин, селів, рівня поверхневих вод;
 - спостережень небезпечних зон відвалів породи гірничодобувних підприємств, вугільних шахт, зон катастрофічного затоплення, затоплення паводковими водами, районів імовірних провалів та зсувів;
 - узагальнених обсягів та напрямів сталих виробничих, трудових, культурно-побутових, рекреаційних взаємозв'язків із суміжними адміністративно-територіальними одиницями;
 - узагальнених результатів встановлення кількості та структури, природного та механічного руху, сальдо міграції, зайнятості населення, рівня освіти та професійної кваліфікації економічно активного населення;
 - характеристики структури та потужностей виробничого комплексу;
 - узагальнених обсягів природно-ресурсного потенціалу, рівня та умов його використання;
 - характеристики оздоровчо-рекреаційного та туристичного потенціалу;
 - характеристики науково-дослідних, дослідно-експериментальних, впроваджувальних, інформаційних, проектних організацій, вищих навчальних закладів;
 - характеристики рівня розвитку соціальної інфраструктури;
 - характеристики інвестиційної привабливості території;
 - тематичних картографічних творів в аналоговій та цифровій формі;

- прогнозних параметрів розвитку економіки, чисельності населення, додаткових потреб у територіях різного функціонального призначення;
- характеристики природної та техногенної безпеки;
- характеристики пожежних депо;

Результати містобудівного моніторингу повинні щорічно вноситися до містобудівного кадастру та оформляються у вигляді аналітичного звіту, який враховується під час розроблення програм соціально-економічного розвитку та внесення змін до містобудівної документації.

Можна бачити, що містобудівний моніторинг охоплює всі складові урбоєкосистеми та її функціональні характеристики. Моніторинг земель як його складова стосується:

- динаміки функціонального використання земель;
- оцінки екологічного та санітарно-гігієнічного стану земель;

Отже ці складові збігаються за своїми принципами з моніторингом земель поза межами населених пунктів, коли контроль цільового використання земель здійснює Держгеокадастр, а оцінку стану ґрунтів (родючості, забруднення, заростання) – Держгеокадастр та Держекоінспекція. Зазначені державні суб'єкти державної виконавчої влади проводять дослідження на всіх землях – як у населених пунктах, так і за їх межами. Проте, в даному випадку, вони не належать до суб'єктів містобудівного моніторингу, оскільки його в локальних масштабах здійснюють місцеві органи самоврядування, що є незалежною гілкою влади (вони не є органами державної влади, а виконують делеговані функції державної виконавчої влади у певних сферах та галузях, зокрема – сфері регулювання земельних відносин та охорони навколишнього природного середовища).

Екологічні, радіологічні та санітарно-гігієнічні дослідження земель здійснюються різними установами на замовлення місцевих органів влади. Екологічний стан ґрунтів є поняттям, що не визначено державними нормативними документами. Санітарно-гігієнічні дослідження здійснюють місцеві підрозділи Міністерства охорони здоров'я України – Лабораторні центри МОЗ (підрозділи колишньої санітарно-епідеміологічної служби) згідно місцевих планів соціально-гігієнічного моніторингу, що зазвичай охоплюють землі соціальних закладів – лікувально-профілактичних закладів, загальноосвітніх та дитячих закладів.

4.2 Моніторинг ґрунтів сільськогосподарського призначення

Моніторинг ґрунтів сільськогосподарського призначення – єдина функціонуюча програма в Україні, яка може відповідати критеріям моніторингу екологічного стану земель. Відповідно до Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» моніторинг родючості ґрунтів земель сільськогосподарського призначення та агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення проводить центральний орган виконавчої влади з питань аграрної політики – (станом на 2022 р. – Міністерство аграрної політики та продовольства України). Згідно п. 1 Положення КМУ №661 1993 р. [2], моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться уповноваженим органом виконавчої влади з питань аграрної політики відповідно до затвердженого ним положення. Незважаючи на доволі розроблену методологічну основу (затверджено положення, існують стандартні національні та міжнародні методи дослідження, розроблено нормативні показники) та розгалужену мережу пунктів моніторингу, її функціонування здійснюється за відсутності державних нормативних документів – державних або регіональних програм, і, відповідно, без належного фінансування.

Головним виконавцем моніторингу ґрунтів сільськогосподарського призначення є ДУ "Інститут охорони ґрунтів України" при Міністерстві аграрної політики та продовольства України.

Науковий супровід здійснює ННЦ „Інститут агрохімії та ґрунтознавства ім. О.Н. Соколовського (Харків).

Складовими моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення (згідно Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель») є:

- організація розроблення та впровадження загальнодержавних і регіональних програм із збереження, відтворення та охорони родючості ґрунтів;
- розроблення та впровадження ґрунтозахисних та екологічнобезпечних технологій виробництва сільськогосподарської продукції;
- забезпечення спостережень за зміною показників якісного стану ґрунтів у результаті проведення господарської діяльності на землях сільськогосподарського призначення;
- проведення моніторингу родючості ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення;
- забезпечення формування національного, регіонального та місцевих інформаційних банків даних про стан ґрунтів земель сільськогосподарського призначення;
- забезпечення ведення балансу потреби і надходження пестицидів та агрохімікатів в Україну, погодження питань щодо їх ввезення;
- розроблення і сприяння впровадженню механізму економічного стимулювання застосування ґрунтозахисних технологій та підвищення родючості ґрунтів;
- ведення інформаційного банку даних про стан ґрунтів земель сільськогосподарського призначення.

Основним документом, що встановлює порядок моніторингу, є Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення (Наказ Мінагрополітики від 26.02.2004 р. №51) [11].

Система моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля і являє собою систему спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про зміни показників якісного стану ґрунтів, їх родючості та забруднення, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів.

Об'єктами моніторингу ґрунтів є землі сільськогосподарського призначення (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища, перелоги, землі тимчасової консервації).

Залежно від територіального поширення та завдань здійснюються національний, регіональний і локальний моніторинги ґрунтів:

- національний – охоплює всі землі сільськогосподарського призначення в Україні;
- регіональний – охоплює землі сільськогосподарського призначення в межах фізико-географічних і адміністративних одиниць, великих масивів зрошення та осушення;
- локальний – проводиться на території окремих землеволодінь та землекористувачів.

Аналіз діяльності всіх суб'єктів державного моніторингу земель, до повноважень яких входить державний контроль за використанням та охороною земель і додержанням вимог законодавства про охорону земель (Держгеокадастр, Держекоінспекція, Мінагрополітики) вказує, що станом на 2022 р. в Україні реалізовано лише локальний рівень моніторингу ґрунтів. На даний момент Мінагрополітики не має власного структурного підрозділу, який здатний реалізувати вимоги щодо державного контролю за використанням та охороною земель. Інспекційні перевірки Держгеокадастру та Держекоінспекції стосуються діяльності окремих підприємств та установ і не можуть вважатися складовими реалізації державних програм моніторингу ґрунтів. Затверджені річні плани заходів державного нагляду, які сформовані відповідно критеріїв оцінки ступеню ризику від провадження господарської діяльності, не мають системності і

спрямовані на оцінку негативного впливу окремих підприємств/установ, що не може забезпечити оцінку змін показників якісного стану ґрунтів в цілому.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється шляхом:

- аналізу та узагальнення архівного (базового) фонду даних;
- функціонування мережі стаціонарних ділянок та польових дослідів, на яких проводиться моніторинг ґрунтів і забезпечуються комплексні дослідження, контроль за властивостями ґрунтів, розроблення прогностичних моделей та ґрунтозахисних технологій;
- ґрунтово-агрохімічного та еколого-меліоративного (суцільних і вибіркового) обстежень ґрунтів, агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення;
- використання даних дистанційного зондування та глобальної системи визначення місцезнаходження досліджуваних ділянок.

Аналіз та узагальнення архівного (базового) фонду даних великомасштабних обстежень ґрунтів

Великомасштабні обстеження ґрунтів проводяться в Україні протягом понад 50 років, що дозволило накопичити значний обсяг інформації. Проведено десять повних турів таких обстежень. Останній, 10-й тур обстеження, було проведено ДУ "Інститут охорони ґрунтів України" протягом 2011 – 2015 рр. Обстежено близько 20 млн. га сільськогосподарських угідь. На обстежених площах відібрано понад 1,9 млн. зразків та проведено майже 10 млн. лабораторних досліджень ґрунту на визначення у ньому вмісту більше 20-ти поживних речовин та забруднювачів. Отримані результати зведено до інформаційної бази «Дані системи моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення», розпорядником якої є Міністерство економіки України (<https://data.gov.ua/dataset/23499cbc-326c-4917-8f93-2bff444bf918>).

Функціонування мережі стаціонарних ділянок

Мережа стаціонарних ділянок є основою функціонування моніторингу ґрунтів, оскільки вони обрані з метою представлення найбільш типових для регіонів ґрунтових умов. Також спостереження на них тривають багато років, що дозволяє оцінювати тенденції змін у часі під дією природних чинників. ДУ "Інститут охорони ґрунтів України" станом на 2018 р. мав 750 стаціонарних ділянок [11], що відносяться до 23 філій відповідно до областей України (рис. 4.6)



Рис. 4.6 Мережа стаціонарних ділянок моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення ДУ "Інститут охорони ґрунтів України"

Ґунтово-агрохімічне, еколого-меліоративне обстеження ґрунтів та агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення

Як можна бачити, агрохімічні обстеження виділено як окрему складову моніторингу ґрунтів, оскільки на відміну від спостережень на мережі стаціонарних ділянок, такі обстеження виконуються для окремих земельних ділянок на замовлення землевласника і не мають регулярного характеру. Водночас такі дослідження дозволяють отримати інформацію про стан ґрунтів зі значної території, яка може бути не представленою стаціонарними ділянками. Також це дозволяє отримати оцінку якості ґрунту шляхом порівняння з еталонними ділянками та визначити чинники її змін.

З метою здійснення контролю за динамікою родючості ґрунтів та відповідно до вимог Указу Президента України від 02.12.1995 № 1118/95 «Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення» передбачено проведення їх агрохімічне обстеження з видачею агрохімічних паспортів, в яких фіксуються початкові та поточні рівні забезпечення поживними речовинами ґрунтів та рівні їх забруднення [12]. Порядок ведення агрохімічного паспорта земельної ділянки затверджений наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.10.2011 р. № 536 [13].

Відповідно до Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» агрохімічну паспортизацію проводить спеціально уповноважений орган виконавчої влади з питань аграрної політики – Міністерство аграрної політики та продовольства України, який делегував цю функцію державній установі «Інститут охорони ґрунтів України» (наказ Мінагрополітики від 20.03.2013 № 198) [14].

Відповідно до цього Порядку відомості агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки використовуються в процесі регулювання земельних відносин при:

- передачі у власність або наданні в користування, в тому числі в оренду, земельної ділянки;
- зміні власника земельної ділянки або землекористувача; проведенні грошової оцінки земель;
- визначенні розмірів плати за землю;
- зміні цільового призначення ділянки.

Незважаючи на наявність відповідного Указу Президента України, затвердженого Порядку ведення агрохімічного паспорта земельної ділянки та, навіть, окремого стандарту державного стандарту щодо його оформлення (ДСТУ 7840:2015 «Агрохімічний паспорт земельної ділянки»), агрохімічна паспортизація по суті є необов'язковою та добровільною. Це пов'язано з тим, що перелік документів для затвердження проекту землеустрою для відведення земельної ділянки у власність згідно зі статтею 50 Закону України "Про землеустрій" є вичерпним і не містить вимоги щодо наявності агрохімічного паспорта. Тому відповідно всі намагання змусити власників земельних ділянок оформлювати агрохімічні паспорти є незаконними [15]. Як результат станом на 2022 р. агрохімічна паспортизація сільськогосподарських земель в Україні практично не відбувається.

Використання даних дистанційного зондування та глобальної системи визначення місцезнаходження досліджуваних ділянок

Ця складова не є самостійним розділом моніторингу ґрунтів оскільки на даному етапі розвитку методів дистанційного зондування землі неспроможна здійснювати контроль якісного стану ґрунтів, їх родючості та забруднення. Хоча існують можливості оцінки стану зволоженості ґрунтів, проте вони все одно вимагають підтвердження польовими спостереженнями. Натомість глобальна система визначення місцезнаходження (GPS) є обов'язковим інструментом встановлення меж земельної ділянки та винесення їх в натурі (на місцевості).

4.2.1 Критерії якісного стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення

У законодавчій базі України станом на 2022 р. поняття якісного стану ґрунтів є невизначеним [16]. При цьому у Законі України «Про охорону земель» ст. 32 визначає, що нормативи якісного стану ґрунтів встановлюються з метою запобігання їх виснаженню і використовуються для здійснення контролю за якісним станом ґрунтів. Нормативи якісного стану ґрунтів визначають рівень забруднення, оптимальний вміст поживних речовин, фізико-хімічні властивості тощо.

Відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 березня 2016 р. № 271-р «Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелювання» було передбачено затвердження нормативів якості ґрунтів впродовж 2016 р. [17]. Станом на 2022 р. існує проект Постанови КМУ «Про нормативи якісного стану ґрунтів» від 27.10.2017 р. [18]. Згідно даного проекту, нормативи якісного стану ґрунтів встановлюються для оцінювання змін якості та родючості ґрунтів у процесі їх господарського використання, з метою запобігання деградації земельних ресурсів. Крім того розроблено Керівний нормативний документ (з невизначеним на рівні законодавства статусом) Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення [19].

Нормативи якісного стану ґрунту включають:

- показники якісного стану ґрунтів;
- граничні рівні їхніх відхилень, за яких ґрунти зберігають здатність виконувати свої продуктивні та екологічні функції на стабільному рівні.

Нормативи якісного стану ґрунтів встановлюються для здійснення державного контролю за додержанням органами виконавчої влади та місцевого самоврядування, фізичними та юридичними особами вимог законодавства України про охорону земель з

метою запобігання їх виснаженню та деградації та використовуються у системі спостережень за зміною якісного стану ґрунтів в результаті проведення господарської діяльності на землях сільськогосподарського призначення.

Для визначення фактичних параметрів показників якісного стану ґрунтів використовуються дані великомасштабних обстежень ґрунтів, моніторингу ґрунтів на мережі стаціонарних ділянок та агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь. Зміни показників якісного стану ґрунтів визначають порівнянням попередніх та поточних даних агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарських угідь, моніторингу ґрунтів та великомасштабних обстежень ґрунтів. Таким чином, нормативи якості ґрунтів не передбачають встановлення єдиних граничних величин для всієї території України. Вони мають відносний характер, що встановлюється як граничні рівні відхилень.

Перелік обов'язкових показників якісного стану ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення

Основним показником якості ґрунту є родючість ґрунту – здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі і теплі в достатніх кількостях для їх нормального розвитку. Неможливо охарактеризувати родючість ґрунту вузьким переліком показників, яких існує кілька сотень. Тому з метою моніторингу якісного стану ґрунтів використовують маркерні показники, які згруповані у загальні показники, агрофізичні, фізико-хімічні, засолення ґрунтів, агрохімічні та показники забруднення.

1. Загальні показники:

- тип ґрунту;
- потужність гумусового профілю, см;
- гранулометричний склад ґрунту, у тому числі вміст фізичної глини, %.

Тип ґрунту.

В Україні система класифікації ґрунтів залишається неузгодженою, коли паралельно застосовуються класифікація ґрунтів СРСР 1977 р., ґрунтова класифікація ФАО та класифікація WRB (Світова реферативна база ґрунтових ресурсів WRB 2014). У 2005 році в Україні запропонована класифікація ґрунтів за генетично-субстантивною концепцією, що поєднує еколого-генетичні традиції вітчизняної школи ґрунтознавства з підходами WRB, що базується на ґрунтовій морфології, яка відображає процес ґрунтоутворення. У цій системі класифікації кожний тип ґрунтоутворення характеризується визначеними кількісними показниками властивостей у системі ієрархічних одиниць, а їх коливання визначаються умовами формування та антропогенним впливом. Класифікаційна типологія ґрунтів на основі адекватності параметрів їх властивостей та умов формування поряд із віддзеркаленням їх генетичної природи досить повно характеризує агровиробничі якості, що є запорукою як охорони, так і підвищення продуктивності та раціонального використання ґрунтів. Класифікація ґрунтів за кількісними діагностичними показниками дає змогу об'єктивно встановити їх еколого-генетичний статус з точністю 90-95 % [20]. Генетична еколого-субстантивна класифікація включає такі таксономічні одиниці: тип – підтип – рід – вид – варіант – літологічна серія.

Потужність гумусового профілю

Потужність гумусового профілю визначається глибиною (товщиною) гумусового горизонту (гумусово-аккумулятивний горизонт А за системою індексів В.В.Докучаєва або Н за системою О.Н.Соколовського).

Гранулометричний склад ґрунту – розподіл частинок ґрунту за розмірами (фракціями) за умов його природної вологості.

Гранулометричному складу належить пріоритетна роль у формуванні інших показників якості ґрунтів, оскільки він визначає усі параметри ґрунтоутворюючого процесу та родючість ґрунтів. Зокрема від гранулометричного складу залежать абсолютні значення вмісту гумусу в ґрунті. В основу диференціації ґрунтів на рівні роду покладений вміст фізичної глини. Один і той самий вміст фізичної глини (частки < 0,01 мм) по-

різному впливає на властивості підзолистих, чорноземних ґрунтів. Наприклад, за вмісту фізичної глини 55% підзолистий ґрунт відносять до легкосуглинкових, чорноземні — до важкосуглинкових.

Для визначення гранулометричного складу ґрунтів використовують гармонізований з міжнародними державний стандарт: ДСТУ ISO 11277:2005 Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу мінерального матеріалу ґрунту. Метод просіювання та седиментації (ISO 11277:1998, IDT).

2. Агрофізичні:

- щільність ґрунту, г/см³;
- максимально можливий запас продуктивної вологи в 0-100 см, мм.

Щільність ґрунту – маса одиниці об'єму ґрунту за мінімального рівня природної вологості і неперушеного стану. Одиниця виміру щільності ґрунту – г/см³. Величина залежить від мінерального складу (зі збільшенням кількості мінералів, що складають породу, її щільність зростає), вологості (підвищення обумовлює зростання щільності), пористості (зниження цього показника веде до підвищення щільності), вмісту гумусу та структури. Оцінку щільності ґрунту проводять згідно ДСТУ ISO 11272:2001 Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу (ISO 11272:1998, IDT) та ДСТУ ISO 11508:2005 Якість ґрунту. Визначення щільності частинок (ISO 11508:1998, IDT).

ґрунт за показником щільності поділяють (за Качинським):

- розпушений або збагачений органікою щільністю < 1 г/см³;
- значення показника для орних земель – 1,0-1,2 г/см³;
- орні горизонти дещо ущільнені – 1,2-1,3 г/см³;
- значення щільності для підорних горизонтів (крім чорноземів) – 1,4-1,6 г/см³;
- сильно ущільнені горизонти (солоді та підзоли) – 1,6-1,8 г/см³.

Максимально можливий запас продуктивної вологи в 0-100 см (ММЗПВ)

Визначається як різниця між максимальною кількістю капілярно-підвищеної води, яку може утримати ґрунт після стікання надлишку води (найменша вологоємність), та вологістю в'янення (обчислюється розрахунковим методом). Вологістю в'янення (коефіцієнтом в'янення) називають мінімальний запас вологи у ґрунті, при якому рослини залишаються зів'язлими до тих пір, поки у ґрунт не надійде вода. Для кожного типу ґрунту є відповідна йому вологість в'янення: для піщаних ґрунтів вона становить – 1,5 – 2,0 %; легкосуглинкових – 2,3 – 4,5%; важкосуглинкових – 7,5 – 12 %; глинистих – 15 – 18 %; торф'яних – 27 – 33 %.

Визначається згідно СОУ 01.41-37-757:2010 Якість ґрунту. Методи визначення максимальної гігроскопічної вологості і вологості стійкого в'янення рослин. Оптимальною величиною ММЗПВ у метровому шарі ґрунту приймають величину 200 мм/га [19].

3. Фізико-хімічні:

- кислотність ґрунту (рН_{вод}; рН_{сол}; гідролітична кислотність, мг-екв/100 г);
- сума увібраних основ, мг-екв/100 г.

Кислотність ґрунту

Актуальна (активна) кислотність (рН_{вод}) – зумовлена наявністю іонів водню у ґрунтового розчині. Залежить від наявності в ґрунтового розчині вільних кислот (головним чином вуглецевої кислоти), гідролітичнокислих солей, ступеня їх дисоціації. Реакція буде лужною, якщо концентрація гідроксильної групи (ОН⁻) більше концентрації катіонів водню (Н⁺), й кислою — якщо концентрація катіонів водню (Н⁺) буде більше концентрації гідроксильної групи (ОН⁻). Актуальна кислотність ґрунту вимірюється при взаємодії ґрунту з дистильованою водою у співвідношенні 1:2,5 для мінеральних ґрунтів та 1:25 для торф'яних (ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT).

Обмінна кислотність (рН_{сол}) — концентрація іонів водню та алюмінію, витіснених з дифузного шару колоїдної міцели катіонами нейтральних солей. У багатих на гумус

горизонтах вона переважно обумовлена іонами водню, у малогумусних мінеральних — іонами алюмінію. Для визначення обмінної кислотності використовують 1,0 н розчин КСІ (рН близько 6,0).

До величини обмінної кислотності входить й актуальна. Відповідно обмінна кислотність завжди є вищою за актуальну (рН сольової витяжки нижче, ніж водної).

Гідролітична (повна) кислотність. Іони водню утримуються колоїдною часткою дуже міцно і при обміні з катіонами нейтральної солі повністю не витісняються. Якщо діяти на ґрунт гідролітичне лужною сіллю (солі з сильною основою і слабким кислотним залишком), то відбудеться майже повне витіснення увібраних іонів водню. Для визначення гідролітичної кислотності використовують 1М розчин CH_3COONa (рН близько 8,2).

Сума увібраних основ – загальна концентрація іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , що визначається при взаємодії ґрунту з 0,1 н HCl . Цей показник оцінює вбирний комплекс ґрунту – здатність утримувати біогенні елементи для росту рослин. Визначається за ГОСТ 27821-88 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.

4. Засолення ґрунтів

Засолення ґрунтів негативно впливає на ріст рослин перш за все через порушення осмотичного балансу між клітинами коренів та ґрунтовим розчином, внаслідок чого рослини неспроможні здійснювати водно-мінеральне живлення навіть за високого вмісту у ґрунті поживних елементів.

Розрізняють два показники:

- тип засолення;
- ступінь засолення.

Тип засолення

Засоленість ґрунтів є поширеним явищем. Засоленими вважаються ґрунти, що містять у всьому профілі або в його частині легкорозчинні солі в шкідливих для рослин кількостях (більше 0,2-0,25%).

За типом засолення виділяють такі види:

а) хлоридне засолення ґрунтів — зумовлене надлишковим вмістом у ґрунті хлориду натрію і хлориду магнію (NaCl , MgCl_2);

б) сульфатне засолення — обумовлене накопиченням сульфату натрію і сульфату магнію (MgSO_4 , CaSO_4 , Na_2SO_4);

в) содове (карбонатне) засолення — пов'язане з наявністю у ґрунті підвищеної концентрації гідрокарбонату натрію або інших натрієвих солей (NaHCO_3 , Na_2CO_3).

Також поширеними є змішані типи засолення – хлоридно-сульфатне, сульфатно-хлоридне, содово-хлоридне тощо.

Ступінь засолення

За ступенем засолення ґрунти поділяються на слабо-, середньо-, сильно-, і дуже сильно засолені (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Класифікація ґрунтів за ступенем засолення, % (твердий залишок)

Ступінь засолення	Хлоридний Cl: $\text{SO}_4 \geq 2,5$	Сульфатно хлоридний Cl: $\text{SO}_4 = 5,2-1$	Хлоридно сульфатний Cl: $\text{SO}_4 \leq 1-0,3$	Хлоридно содовий, содово-хлоридний Cl: $\text{SO}_4 > 1$ $\text{HCO}_3 \approx \text{Cl}$	Сульфатний Cl: $\text{SO}_4 \leq 0,3$	Содово- сульфатний, сульфатно содовий Cl: $\text{SO}_4 \leq 01$ $\text{HCO}_3 \approx \text{SO}$
Незасолені	< 0,03	< 0,05	< 0,10	< 0,10	< 0,15	< 0,15
Слабо- засолені	0,03-0,10	0,05-0,12	0,10-0,25	0,10-0,15	0,15-0,30	0,15-0,25
Середньо-	0,10-0,30	0,12-0,35	0,25-0,50	0,15-0,30	0,30-0,60	0,25-0,35

засолені						
Сильно-засолені	0,30-0,60	0,35-0,70	0,50-0,90	0,30-0,50	0,60-1,40	0,35-0,60
Дуже сильно-засолені	>0,60	> 0,7	>0,9	>0,5	>1,4	>0,6

Крім того виокремлюють групу інтразональних засолених ґрунтів – солончаків, солонців та солодей.

Солончаки – у верхньому 15-сантиметровому шарі понад 1% легкорозчинних солей від маси ґрунту.

Солонці – в ілювіальному горизонті обмінного Na⁺ в кількості понад 15% від суми обмінних катіонів.

Солоді — гідроморфні або напівгідроморфні ґрунти з різко диференційованим елювіально-ілювіальним профілем (тимчасово затоплюються водою).

5. Агрохімічні:

Характеризують вміст органічних речовин, азотний, фосфатний і калійний режими, вміст рухомих форм мікроелементів та біологічну активність ґрунту. Ці показники безпосередньо визначають родючість ґрунту – здатність задовольняти фізіологічні потреби рослин.

Вміст гумусу, %

Гумус – органічна частина ґрунту, яка утворюється в результаті розкладу рослинних і тваринних решток та продуктів життєдіяльності мікроорганізмів — гуміфікації.

Визначають за двома методиками: «сухим» озолуванням ДСТУ ISO 10694:2001 Якість ґрунту. Визначання вмісту органічного і загального вуглецю методом сухого спалювання (елементний аналіз) (ISO 10694:1995, IDT), або «мокрим» хімічним аналізом ДСТУ ISO 14235:2005 Якість ґрунту. Визначення органічного вуглецю сульфохромним окислюванням (ISO 14235:1998, IDT)

Граничні рівні відхилень вмісту гумусу, за яких ґрунти зберігають здатність виконувати свої продуктивні та екологічні функції на стабільному рівні, наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Показники якості ґрунту за вмістом гумусу [19]

Ступінь забезпеченості	Градація за вмістом рухомих форм, мг/кг ґрунту
Дуже низька	<1,1
Низька	1,1-2,0
Середня	2,1-3,0
Підвищена	3,1-4,0
Висока	4,1-5,0
Дуже висока	>5,0

Азотний режим ґрунтів характеризується вмістом загального азоту і складом його сполук, нітрифікаційною здатністю.

Основні параметри азотного режиму:

– загальний вміст азоту (ДСТУ 4726:2007 Якість ґрунту. Визначання загального азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського);

– вміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг (ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначання легкогідролізного азоту методом Корнфілда);

– нітрифікаційна здатність ґрунту, мг/кг (ДСТУ 8578:2015 Мікробіологія ґрунту. Метод визначення нітрифікаційної активності.).

Показник загального азоту включає всі азотвмісні сполуки ґрунту. Основна частина (97-98 %) загального ґрунтового азоту міститься у складі гумусу, яку рослина не здатна

поглинути. Тому цей показник не відображає реальну ситуацію із забезпеченістю азотом рослин.

Вміст азоту, що легко гідролізується, визначається концентрацією мінеральних сполук азоту та частиною азоту простих органічних речовин, які входять до складу амінокислот і амідів, унаслідок мінералізації яких може утворюватися амонійний та нітратний азот. Ця складова азотного режиму відображає частину азоту, що є засвоюваним для рослин.

Нітрифікація – мікробіологічний процес окиснення аміаку до азотистої кислоти і далі, до азотної кислоти. Відбувається в аеробних умовах в ґрунті та природних водах. Характеризує здатність ґрунтової екосистеми до процесів мінералізації азотвмісних органічних сполук до засвоюваних рослинами форм.

Граничні рівні відхилень за показниками азотного режиму наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Показники якості ґрунту за показниками азотного режиму [19]

Ступінь забезпеченості	Гідролізований азот	Нітрифікаційна здатність
Дуже низька	<101	<5,0
Низька	5,1-7,0	5,1-8,0
Середня	7,1-10,0	8,1-15,0
Підвищена	>200	15,1-30,0
Висока	>200	30,1-60,0
Дуже висока	>200	>60,0

Вміст рухомих форм фосфору, мг/кг (ДСТУ ISO 11263:2001 Якість ґрунту. Визначання вмісту рухомих сполук фосфору. Спектрометричний метод визначання фосфору в розчині гідрокарбонату натрію (ISO 11263:1994, IDT).

Як і у випадку азоту, основна частина фосфору знаходиться у міцно зв'язаній формі і є недоступною для рослин. Фосфатні іони переважно фіксуються твердою фазою ґрунту, їхня міграція по профілю ґрунту є незначною. У дерново-підзолистих ґрунтах мінеральних сполук фосфору більше, ніж органічних, у чорноземних і торфових – навпаки. Ступінь рухливості фосфатів у ґрунті оцінюють за здатністю твердої фази ґрунту віддавати в ґрунтовий розчин іони фосфору. Граничні рівні відхилень за вмістом рухомих форм фосфору наведено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4. Показники якості ґрунту за вмістом рухомих форм фосфору [19]

Ступінь забезпеченості	Градація за вмістом рухомих форм, мг/кг ґрунту	
	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна
Дуже низька	<26	<11
Низька	26-50	11-15
Середня	51-100	16-30
Підвищена	101-150	31-45
Висока	151-250	46-60
Дуже висока	>250	>60

Вміст рухомих форм калію, мг/кг

Загальний вміст калію в ґрунтах коливається від 0,5 до 3 %, що у 10–15 разів перевищує запаси азоту і фосфору. В ґрунті калій знаходиться переважно в мінеральній частині: 1) у складі первинних і вторинних мінералів; 2) в обмінно- і необміннопоглиненому стані в колоїдних часточках; 3) у складі поживно-коренових решток і мікроорганізмів; 4) у вигляді мінеральних солей ґрунтового розчину. Таке різноманіття форм калію створює проблеми коректної оцінки вмісту його рухомих форм, оскільки різні форми (окрім форми у складі мінералів) мають різну ступінь доступності для рослин за певних умов ґрунту. Тому існує значне різноманіття методів вилучення

іонів калію з ґрунту, що вимагає у кожному випадку чітко зазначати, за яким саме методом оцінено даний показник (наприклад, ДСТУ 4405:2005 Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова або ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна) (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Показники якості ґрунту за вмістом рухомих форм калію [19]

Ступінь забезпеченості	Градація за вмістом рухомих форм, мг/кг ґрунту	
	За методом Кірсанова	За методом Мачигіна
Дуже низька	<41	<51
Низька	41-80	51-100
Середня	81-120	101-200
Підвищена	121-170	201-300
Висока	171-250	301-400
Дуже висока	>250	>400

Вміст рухомих сполук сірки, мг/кг

Запаси доступних для рослин форм сірки визначаються вмістом гумусу, оскільки близько 90 % елемента в ґрунті міститься у складі органічних сполук. Вона може бути доступною лише в процесі мінералізації та поглинання у вигляді сульфат-іону SO_4^{2-} . Проте цей аніон у ґрунті є лабільним і може інтенсивно мігрувати по профілю та вимиватися з ґрунту. Для оцінки вмісту рухомих сполук використовують метод ДСТУ 8347:2015 Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського. Граничні рівні відхилень вмісту рухових форм сірки наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6. Показники якості ґрунту за вмістом рухомих сполук сірки [19]

Ступінь забезпеченості	Градація за вмістом рухомих форм, мг/кг ґрунту
Дуже низька	<3,1
Низька	3,1-6,0
Середня	6,1-9,0
Підвищена	9,1-12,0
Висока	12,1-15,0
Дуже висока	>15,0

Вміст рухомих сполук бору, молібдену, марганцю, кобальту, міді, цинку, мг/кг

Зазначені мікроелементи містяться в рослинах в дуже малих кількостях, як правило, менше 1 г/кг маси сухої речовини. Але незважаючи на низький вміст вони вкрай необхідні для нормального розвитку і росту рослин. Тому їх доступність для рослин часто виступає лімітуючим фактором отримання високої врожайності, навіть незважаючи на достатню кількість біогенних елементів живлення рослин – азоту, фосфору або калію. При цьому ґрунт може містити високу концентрацію деяких хімічних елементів (наприклад загальна концентрація марганцю у ґрунті може сягати 100-1500 мг/кг). Проте хімічні елементи містяться у недоступних для рослин формах. Тому для характеристики родючості ґрунту використовують вміст їх рухомих форми, що вилучаються з ґрунту буферними розчинами, склад яких відтворює умови ґрунтового середовища (табл.4.7). Найчастіше для цього використовують амонійно-ацетатну витяжку з рН 4,8 (ДСТУ 4770.1:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії; ДСТУ 4770.5:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії; ДСТУ 4770.6:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії).

Таблиця 4.7. Показники якості ґрунту за вмістом рухомих сполук мікроелементів [19]

Ступінь забезпеченості рухомими сполуками мікроелементу	Градація за вмістом рухомих форм, мг/кг ґрунту					
	Mn	Zn	Cu	Co	Mo	B
Дуже низька	<5,1	<1,1	<0,11	<0,071	<0,05	<0,15
Низька	5,1-7,0	1,1-1,5	0,11	0,11-0,15	0,08-0,10	0,15-0,22
Середня	7,1-10,0	1,6-2,0	0,16-2,0	0,11-0,15	0,08-0,10	0,23-0,33
Підвищена	10,1-15,0	2,1-3,0	0,21-0,30	0,16-0,20	0,11-0,15	0,34-0,50
Висока	15,1-20,0	3,1-5,0	0,31-0,50	0,21-0,30	0,16-0,22	0,51-0,70
Дуже висока	20,1-49,9	>5,0	0,51-0,99	0,30-0,49	0,22-0,29	>0,70

Особливість показника вмісту рухомих сполук мікроелементів полягає в тому, що до певної межі підвищення їх вмісту означає зростання якості ґрунту, але перевищення меж граничної концентрації свідчить про його забруднення та зниження якості.

6. Забрудненість ґрунту

Як і у випадку з агрохімічними показниками щодо доступності мікроелементів для рослин, показниками забрудненості ґрунту виступають величини вмісту маркерних важких металів: рухомі сполуки кадмію, рухомі сполуки свинцю, валові форми ртуті. У зв'язку з необхідністю контролю процесів надходження токсичних елементів до сільськогосподарської продукції, проводять визначення лише доступних для рослин форм металів за допомогою амонійно-ацетатного буферу з рН 4,8 (ДСТУ 4770.3:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії; ДСТУ 4770.9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії). У зв'язку з високою доступністю для рослин сполук ртуті використовують визначення всіх форм даного металу – валовий вміст, що визначають шляхом жорсткої екстракції за допомогою *aqua regia* (ДСТУ ISO 16772:2005 Якість ґрунту. Визначення ртуті в ґрунтових екстрактах царською водкою методом атомної спектрометрії холодної пари або атомнофлуоресцентної хроматографічної спектрометрії холодної пари (ISO 16772:2004, ІДТ)).

Іншим показником забрудненості ґрунту є вміст залишків пестицидів. Оскільки номенклатура пестицидів є надзвичайно широкою, що постійно збільшується внаслідок появи нових препаратів, для контролю забрудненості ґрунту використовують маркерні сполуки – дихлордифенілтрихлоретан (ДДТ) і його метаболіти та гексахлорциклогексан (ГХЦГ, гексахлоран). Незважаючи на заборону у 1970-80-х роках більшістю країн використання ДДТ, цей пестицид та продукти його розкладу (ДДД дихлордифенілтрихлоретан та ДДЕ дихлордифенілтрихлоретилен) залишаються основними забруднювачами ґрунту через свою надзвичайну стійкість. Гексахлоран (ГХЦГ, гексахлорциклогексан, ліндан) – також був поширеним інсектицидом, який є дуже стійким до розкладу у ґрунті. Визначення концентрації цих маркерних пестицидів здійснюється за допомогою газово-рідинної хроматографії (ДСТУ ISO 10382:2004 Якість ґрунту. Визначення хлороорганічних пестицидів та поліхлорбіфенілів. Газово-хроматографічний метод з детектуванням захопленням електронів (ISO 10382:2002 (E), ІДТ)).

Забруднення радіонуклідами, кБк/км²

Радіоактивне забруднення штучними радіонуклідами пов'язана з небезпекою їх накопичення рослинами. Основними джерелами надходження радіонуклідів до ґрунту є

глобальні випадіння внаслідок випробування ядерної зброї у відкритому просторі (до 1960 р.) та забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС 1986 р. Як маркерні показники використовують найбільш стійкі штучні радіоізотопи – цезій-137 та стронцій-90. Активність радіонуклідів вимірюють спектрометричним методом – ДСТУ 7867:2015 Ґрунти та продукція рослинництва. Визначення вмісту радіонуклідів стронцію ^{90}Sr проводять методом спектрометричного аналізу; ДСТУ 7868:2015 Ґрунти та продукція рослинництва. Визначення вмісту радіонуклідів цезію ^{137}Cs методом спектрометричного аналізу.

4.3 Оцінка екологічного та санітарно-гігієнічного стану земель

Оцінка стану ґрунтів за нормативними показниками є складним завданням, оскільки існує велике різноманіття типів ґрунтів на території України, що відображає їх генезис та ступінь антропогенної трансформації. Крім того при проведенні оцінки необхідно розрізняти цільове призначення земельної ділянки. Складнощі додає невизначеність повноважень суб'єктів державного моніторингу земель та неузгодженості їх програм.

4.3.1 Екологічний стан земель

На даний момент (станом на 2022 р.) в Україні відсутні нормативи екологічного стану земель, незважаючи на декларацію таких нормативів у низці законодавчих актів (наприклад, у Земельному кодексі України та ЗУ «Про охорону земель»). Поняття якості ґрунту в універсальному визначенні з точки зору різних категорій земель не існує і, більше того, не існує поняття якості ґрунту на землях сільськогосподарського призначення і навіть на землях сільгоспугідь, а по суті йдеться лише про якість ґрунтів під ріллею [16]. Тим не менше на практиці для характеристики екологічного стану земель використовують підходи, що розроблено для ґрунтів земель сільськогосподарського призначення.

Відповідно у вже згаданому вище проекті Постанови КМУ «Про нормативи якісного стану ґрунтів» [18] встановлено два рівні погіршення якісного стану ґрунту – «небезпечне» та «катастрофічне» (табл. 4.8). Для порівняльної оцінки стану ґрунту запропоновано використовувати дані попередніх даних агрохімічної паспортизації земельної ділянки. Такий підхід не є досконалим, оскільки через відсутність системної агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель та тривалим процесом їх господарського використання є великий ризик не виявити критичний змін їх якості. Водночас Порядок ведення агрохімічного паспорта земельної ділянки [13] встановлює поняття еталонного ґрунту, з властивостями якого проводиться порівняльна оцінка. **Еталонний ґрунт** – ґрунт, який має оптимальний вміст гумусу, макроелементів та мікроелементів, оптимальні запаси продуктивної вологи і забезпечує отримання високого врожаю сільськогосподарських культур. При цьому за еталонний стан ґрунту беруть не максимальне, а оптимальне значення показника (за винятком гумусу). Для вмісту гумусу еталонне значення встановлено на рівні 6,2 % (у шарі 0–20 см). Такий вміст характерний для найродючіших чорноземів звичайних середньогумусних важкосуглинкових і легкоглинистих, а також чорноземів типових середньогумусних середньосуглинкових. Еталонні значення показників приймаються для всієї території України для забезпечення розробки єдиної оціночної шкали та можливості зведення та зіставлення балів ґрунтів

Таблиця 4.8. Критерії якості ґрунту [18]

Показник якісного стану	Еталонний стан	Зниження відносно еталонного стану	
		Небезпечне	Катастрофічне

		погіршення якості	погіршення якості
Вміст гумусу, %	6,2 %	5 %	20,1 %
Вміст рухомих сполук фосфору, мг/кг	200 (за Кірсановим, Чириковим) 60 (за Мачигінім)	15 %	45,1 %
Вмісту рухомих сполук калію	220 (Кірсановим) 180 (Чириковим) 400 (Мачигінім)	15 %	45,1 %
pH _{сол} для кислих ґрунтів	5,5-4,6 (мінеральні ґрунти)* 4,8-3,5 (торфові ґрунти)	10 %	30,1 %
pH _{вод} для нейтральних та лужних ґрунтів	6,6-10,0**	10 %	30,1 %
Вміст увібраного натрію від суми поглинутих основ, ммоль/100 г	30	5 %	15 %
Ступень засолення	Відносно попередньої агрохімічної паспортизації	на 1 градацію і більше	на 3 градації і більше
Забруднення орного шару ґрунту, Zc	<16	32-64	>128

* з поправочними коефіцієнтами для нейтральних — 1,00 (полісся), 0,96 (лісостеп, степ); слабокислі — 0,92 (полісся), 0,89 (лісостеп, степ); середньокислі — 0,85 (полісся), 0,81 (лісостеп, степ); сильнокислі — 0,74 (полісся), 0,71 (лісостеп, степ).

** з поправочними коефіцієнтами для слаболужних — 0,92; середньолужних — 0,80; сильнолужних — 0,40; дуже сильнолужних — 0,10.

Для нормування забруднення ґрунтів земель використовують величину гранично допустимої концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах.

ГДК_{гр} — це концентрація шкідливої речовини у верхньому орному шарі ґрунту, яка не повинна чинити прямого або опосередкованого негативного впливу на контактуючі з ґрунтом середовища (атмосфера та гідросфера) і на здоров'я людини, а також на здатність ґрунту до самовідновлення. Оновлений перелік ГДК_{гр} затверджено Постановою КМУ від 15.12.2021 р. №1325 «Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин» [21]. Цей нормативний документ прийнято на вимогу частини другої статті 167 Земельного кодексу України та частини четвертої статті 45 Закону України «Про охорону земель», які забороняють забруднення земель і ґрунтів внаслідок будь-якої господарської та іншої діяльності. Таким чином ці нормативи в тому числі регламентують і сільськогосподарське використання земель і тому можуть вважатися **екологічними нормативами забруднення** земель. Проте, перелік охоплює лише 42 маркерні забруднювальні речовини. Тому додатково використовують нормативи санітарно-гігієнічного стану земель, переліки яких є значно ширшими.

4.3.2 Санітарно-гігієнічний стан земель

Оцінка санітарно-гігієнічного стану земель населених пунктів є складовою містобудівного моніторингу. Хоча, згідно «Порядку проведення містобудівного моніторингу» [9], також передбачено проведення оцінки екологічного стану земель населених пунктів, відсутність затвердженого змісту та нормативних показників такого стану унеможливує його проведення (та й власне позбавлено сенсу). Незважаючи на значну неузгодженість розподілу суб'єктів санітарно-гігієнічного моніторингу земель населених пунктів (див. розділ Уповноважені органи містобудування та архітектури), в

Україні існує доволі обґрунтована система нормування якості санітарно-гігієнічного стану земель населених пунктів. Основним нормативним документом виступають «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» (наказ МОЗ України від 19.06.1996 №173) [22].

Санітарно-гігієнічний стан земель, що відводяться для розміщення населених пунктів, оцінюється хімічними, бактеріологічними, гельмінтологічними та ентомологічними показниками забруднення ґрунту.

Санітарно-гігієнічний стан ґрунту – сукупність фізичних, фізико-хімічних і біологічних властивостей, що визначають безпеку ґрунту в епідемічному та хімічному відношенні. Оцінка санітарного стану ґрунту, рівня її забруднення і ступеня небезпеки для здоров'я людей ґрунтується на результатах лабораторних досліджень: фізико-хімічних, санітарно-мікробіологічних, санітарно-гельмінтологічних, санітарно-ентомологічних і радіометричних.

Необхідність оцінки небезпеки забруднення ґрунту населених пунктів визначається:

- 1) епідемічною значимістю забруднення ґрунту хімічними речовинами;
- 2) значення ґрунту як джерела вторинного забруднення приземного шару повітря;
- 3) значимістю ступеню забруднення ґрунту як індикатора забруднення атмосферного повітря.

Хімічні показники

В Україні, як часто буває, одночасно діє кілька чинних нормативних документів, які є суперечливими. ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Комунальна гігієна. Ґрунт, очистка населених місць, побутові та промислові відходи, санітарна охорона ґрунту» встановлює ГДК хімічних речовин за показниками шкідливості для 31 компонента [23]. Причому для низки сполук встановлюються різні граничні величини в залежності від форми знаходження у ґрунті та показника шкідливості. Водночас станом на 2022 р. цей документ має статус «призупиненої дії» (але не скасований!) рішенням Державної служби України з питань регуляторної політики та розвитку підприємництва від 20.09.2014 р. №29. Також у 2020 р. було затверджено Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті (Наказ МОЗ України 14.07.2020 р. №1595), який дублює нормативні величини ДСанПіН 2.2.7.029-99 та розширює перелік речовин до 42 сполук та хімічних елементів. Крім того, для оцінки санітарно-гігієнічного стану земель населених пунктів є чинними нормативи раніше згаданого ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті» [25], оскільки вони встановлюють вимоги до організаційних, санітарно-гігієнічних та технологічних заходів, які спрямовані на забезпечення оптимальних умов життєдіяльності людини. Цей документ містить величини для 424 пестицидів.

Відповідно до зазначених документів забруднюючі речовини поділяються за **лімітуючим показником шкідливості** – умовний показник, який відображає ймовірність міграції забруднювача до відповідного середовища, або вплив на ґрунтову екосистему:

– **загальносанітарний** – токсичний вплив на ґрунтовий мікробіоценоз та педофауну (наприклад, свинець, мідь, нікель). Наявність таких забруднювачів впливає на здатність ґрунту до самоочищення;

– **фітотоксичний** – токсичний для рослин (нафтопродукти, пестициди);

– **траслокаційний** – накопичення у рослинах (фтор, миш'як, ртуть, цинк).

Встановлюються за величиною допустимої добової дози надходження до організму людини при споживанні харчових продуктів;

– **повітряно-міграційний** – вивільнення у повітря (вуглеводні, сірководень);

– **водно-міграційний** – надходження до підземних вод (калій хлористий, мінеральні добрива, сурма).

Важливо пам'ятати, що ґрунт є гетерофазною системою і забруднюючі компоненти можуть бути розподілені між цими фазами нерівномірно. Тому при нормуванні

забруднення ґрунтів використовують диференційовану систему фракцій забруднюючих речовин. ГДК для більшості компонентів розраховані на валову концентрацію незалежно від фракції. Однак для деяких необхідно враховувати рухомість у відповідній фазі ґрунту.

Виділяють такі форми забруднювачів у ґрунті:

Валова форма (ГДКвал) – вилучається з ґрунту сильними окисниками або визначається у всьому зразку ґрунту (наприклад методом рентгенофлуоресцентного аналізу РФА, XRF). При цьому можуть помилково бути враховані літогенні форми компонентів (наприклад, у складі рудних мінералів).

Рухома форма (ГДКрух) – вилучається специфічними буферними розчинами. Вони моделюють процеси іонного обміну при мінеральному живленні рослин або міграції з капілярною водою (наприклад, ацетатно-амонійний буфер).

Водорозчинна форма (ГДКвод) – найбільш рухома форма, яка відображує вміст вільної фракції компоненту.

Для деяких компонентів встановлено ГДК для різних форм:

- фтор ГДКрух – 2,8 мг/кг; ГДКвод – 10 мг/кг;

- свинець ГДКвал – 32 мг/кг; ГДКрух – 6 мг/кг.

Комплексна оцінка санітарного стану ґрунту проводиться шляхом порівняння фактичного вмісту хімічних і біологічних забруднювачів з гранично допустимими (орієнтовно-допустимими) концентраціями (ГДК, ОДК) хімічних речовин в ґрунті і показниками епідеміологічної небезпеки ґрунтів (табл. 4.9).

Таблиця 4.9. Санітарно-гігієнічні показники придатності ґрунту ділянки під забудову населеного пункту

№	Показники для шару ґрунту 0-20 см	Одиниці виміру	Нормативи
1	Хімічні токсичні речовини	мг/кг	< 1 ГДК (ОДК)
2	Сумарний показник забруднення хімічними речовинами, для яких не встановлено ГДК	безрозмірна величина	до 16
3	Кишкова паличка	клітин в 1 г	1 - 9
4	Ентерокок	клітин в 1 г	1 - 9
5	Патогенні ентеробактерії	клітин в 1 г	відсутність
6	Ентеровіруси	клітин в 1 г	відсутність
7	Яйця геогельмінтів	екземплярів в 1 кг	відсутність життєздатних форм

Для хімічних компонентів, що постійно присутні в ґрунті в природних умовах і для яких не встановлені санітарно-гігієнічні нормативи, ступінь небезпеки антропогенного забруднення оцінюється за коефіцієнтами їх концентрацій як відношення фактичного вмісту елементів в ґрунті до їх природного (фонового) вмісту. Сума коефіцієнтів концентрацій провідних інгредієнтів складає сумарний показник забруднення, що характеризує категорію забруднення ґрунту.

При виявленні в ґрунті хімічних речовин в кількості, що перевищує гранично допустимі рівні (ГДК, ОДК), а також при віднесенні ґрунту до категорії забрудненого за бактеріологічними, гельмінтологічними і ентомологічними показниками забороняється використання таких земельних ділянок під забудову без попередніх заходів щодо оздоровлення ґрунту і ліквідації джерел забруднення.

4.4 Обробка та оформлення результатів моніторингу земель

В залежності від суб'єкта здійснення державного моніторингу земель та змісту відповідної програми моніторингу (див. Складові державного моніторингу земель) використовують різні підходи щодо обробки та оформлення результатів.

4.4.1 Оцінка ризиків для земель в результаті провадження господарської діяльності

Держгеокадастр при здійсненні державного нагляду (контролю) у сфері моніторингу земель керується Постановою КМУ від 03.10.2018 р. №801 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності, пов'язаної з використанням та охороною земель, і визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) Державною службою з питань геодезії, картографії та кадастру» [26], якою для оцінки ступеню ризику від провадження господарської діяльності, пов'язаної з використанням та охороною земель, застосовують такі критерії (<https://inspections.gov.ua/sphere/view?id=91>):

- відповідність категорії землі її основним цільовим призначенням;
- дотримання вимог законодавства під час використання та охорони земель;
- площа землі, на якій провадиться господарська діяльність;
- місце розташування земельної ділянки.

Для кожного критерію визначені відповідні типові події, що мають ризик настання негативних наслідків. Якщо виокремити негативні наслідки, що стосуються навколишнього природного середовища, то можна отримати відповідний алгоритм здійснення державного нагляду (контролю) у сфері моніторингу земель (табл. 4.10).

Таблиця 4.10. Критерії оцінки ступеню ризику від провадження господарської діяльності, пов'язаної з використанням земель у сфері діяльності Держгеокадастру

Негативний наслідок	Подія, що має ризик настання негативних наслідків	Критерій оцінки ступеню ризику	Показник критерію	Кількість балів ризику
Погіршення якісного стану земель/ негативний вплив на навколишнє середовище в цілому	Не здійснюються заходи з використання та охорони земель	Площа	до 100 га	6
	Ерозія, виснаження, засолення, осолонцювання, підкислення, перезволоження, підтоплення та зниження родючості ґрунтів, заростання земельних ділянок бур'янами, чагарниками і дрібноліссям		100 – 500 га	10
500 – 1000 га		20		
1000 – 5000 га		30		
від 5000 га		41		
	Ділянка використовується не за цільовим призначенням	Категорія землі її основним цільовим призначенням	сільськогосподарського призначення	1
			сільськогосподарського призначення (особливо цінні)	11
			житлової та громадської забудови	10

			природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення	20
			оздоровчого/ рекреаційного призначення	15
			історико-культурного призначення	20
			лісгосподарського призначення	15
			водного фонду	15
			промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення	15
Знищення родючого шару ґрунту	Не здійснено зняття, складування, зберігання поверхневого шару ґрунту та подальша рекультивация ділянки	Площа	до 100 га 100 – 500 га 500 – 1000 га 1000 – 5000 га від 5000 га	6 10 20 30 41

Можна бачити, що зазначені критерії використовуються у випадках настання негативної події і спрямовані на виявлення та оцінку змін стану земель. Прогностична здатність таких критеріїв є невисокою.

4.4.2 Еколого-агрохімічна оцінка

Більш прийнятним методом оцінки екологічного стану земель виступає якісна оцінка ґрунту за маркерними показниками якісного стану ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, що покладена в основу агрохімічної паспортизації.

Еколого-агрохімічна оцінка – визначення якісного стану ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення за маркерними показниками, які характеризують родючість та негативні властивості ґрунту, що оцінюються за бальною шкалою.

Еколого-агрохімічний бал земельної ділянки – агрохімічний бал з внесенням поправочних коефіцієнтів на забруднення ґрунтів земельної ділянки радіонуклідами, важкими металами, пестицидами з урахуванням кліматичних умов території, зрошення, осушення, засолення та інших негативних властивостей. Розрахунок еколого-агрохімічного бала проводиться шляхом послідовного множення агрохімічного бала на відповідні коефіцієнти поправок.

Агрохімічний бал земельної ділянки розраховується на основі значень 14 показників якісного стану ґрунту земель сільськогосподарського призначення: максимально можливі запаси продуктивної вологи (ММЗПВ), реакція ґрунтового розчину, сума ввібраних основ, вміст гумусу в орному шарі, вміст азоту, що легко гідролізується або азоту за нітрифікаційною здатністю та рухомих сполук фосфору, калію, сірки, бору, молібдену, марганцю, кобальту, міді, цинку).

$$B = \frac{MMZPB + \Gamma + N + P + K + \frac{B + Mo + Mn + Cu + Co + Zn}{6}}{6}$$

де B — бал земельної ділянки; ММЗПВ — максимально можливі запаси продуктивної вологи, мм/га; Γ — вміст гумусу, %; N — вміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг; P — рухомий фосфор, мг/кг; K — обмінний калій, мг/кг; B — вміст рухомих форм бору, мг/кг; Mo — молібдену, мг/кг; Mn — марганцю, мг/кг; Cu — міді, мг/кг; Co — кобальту, мг/кг; Zn — цинку, мг/кг.

Для порівняльної оцінки використовують значення еталонного ґрунту, агрохімічні показники якого беруть за 100 балів (табл. 4.11).

Крім 14 основних показників, які використовуються під час агрохімічної оцінки, на родючість ґрунту також впливають негативні фактори, які необхідно враховувати під час еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів шляхом внесення в агрохімічний бал відповідних поправок.

$$B_e = B \times K_{\text{клімат}} \times K_{\text{зроши}} \times K_1 \times K_2 \times \dots \times K_n$$

де, B_e — еколого-агрохімічний бал; B — середньозважений бал земельної ділянки; $K_{\text{клімат}}$ — поправочний коефіцієнт на кліматичні умови; $K_{\text{зроши}}$ — поправочний коефіцієнт на зрошення; K_1, K_2, K_n — поправочні коефіцієнти на негативні властивості.

Таблиця 4.11. Характеристика якісного стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення за еколого-агрохімічною оцінкою (за [19])

Еколого-агрохімічний бал ґрунтів	Оцінка ґрунтів	Агрономічна характеристика груп ґрунтів
100-81	Дуже високої якості (найкращі ґрунти)	Оптимальна реакція ґрунтового розчину, поживний, водно-повітряний та тепловий режими. Займають рівнини або слабопологі схили. Придатні для механізованого обробітку. Забезпечують високі та стійкі врожаї районуваних сільськогосподарських культур.
80-61	Високої якості (хороші ґрунти)	Добре забезпечені поживними речовинами. Сприятливі фізико-хімічні і агрофізичні властивості. Знижують якість ґрунтів слабо виражені негативні властивості ґрунтів. Займають рівнини і слабопологі схили. Придатні для механізованого обробітку.
60-41	Середньої якості (задовільні ґрунти)	Якість ґрунтів знижують більш виражені негативні властивості ґрунтів (слабкий і середній ступінь кислотності, солонцюватість і т.д.) та технологічні властивості земельних ділянок (розчленованість ярами та балками, еродованість та ін.). Врожаї коливаються у широких межах залежно від окультурення. Вимагають заходів з усунення негативних властивостей ґрунтів.
40-21	Низької якості	Низька забезпеченість поживними речовинами, незадовільні: реакція ґрунтового розчину, водно-повітряний і тепловий режими. Знижують якість середньо і сильно виражені негативні властивості ґрунтів (схильність до ерозії, заболоченість, дрібноконтурність, комплексність ґрунтового

		покриву та ін.). Придатні під певні культури. Вимагають систематичного застосування підвищених норм добрив, заходів з меліорації, боротьби з ерозією тощо).
20-11	Дуже низької якості	Низькопродуктивні угіддя. Включають малородючі ґрунти з дуже низькою забезпеченістю поживними речовинами, незадовільними водноповітряним і тепловим режимами, різко вираженими негативними властивостями ґрунтів. Дуже піддатливі до ерозії. Займають круті схили, глибокі пониження тощо. Малопридатні для механізованого обробітку. Задовільні врожаї можливі за внесення високих норм добрив. Потребують меліоративних, ґрунтозахисних та інших заходів.
<10	Незручні ґрунти	Не придатні для землеробства без проведення складних, дорогих за вартістю заходів щодо їх окультурення

4.4. 3 Оцінка хімічного забруднення ґрунтів

Основним критерієм хімічного забруднення ґрунту є ГДК_{ґр} – це концентрація шкідливої речовини у верхньому орному шарі ґрунту, яка не повинна чинити прямого або опосередкованого негативного впливу на контактуючі з ґрунтом середовища (атмосфера та гідросфера) і на здоров'я людини, а також на здатність ґрунту до самовідновлення. Проблема оцінки ГДК забруднювальних компонентів у ґрунті полягає в тому, що ґрунт може містити природно високі концентрації деяких забруднювальних компонентів. Наприклад, ГДК_{вал} для марганцю встановлена на рівні 1500 мг/кг. У той же час на території Харківської та Сумської області є райони, ґрунти яких характеризуються перевищенням цієї величини, що відображає особливості хімічного складу ґрунтоутворної породи та специфіки ґрунтоутворення цих ґрунтів (рис. 4.7).



Рис. 4.7 Фонова концентрація валової форми марганцю в орних ґрунтах України (за [27])

Тому для нормативів хімічного забруднення ґрунту встановлено величини гранично допустимої концентрації ГДК з урахуванням фону (кларка):

$$\text{ГДК}_{\text{норм}} = \text{ГДК}_{\text{факт}} + \text{фон (кларк для хімічних елементів)}$$

Наприклад, для свинцю ГДК встановлено на рівні 32 мг/кг. Його кларковий вміст у ґрунтах дорівнює 12 мг/кг [28]. Відповідно фактичне ГДК дорівнює 20 мг/кг.

Кларки елементів – система усереднених вмістів, що характеризує поширеність хімічних елементів у великій геохімічній системі (в земній корі, літосфері, атмосфері, гідросфері, біосфері). У більш вузькому розумінні — числа, які вказують середній вміст хімічних елементів у даному компоненті середовища. Термін «кларк елементу» запропонував Олександр Ферсман у 1923 році на честь відомого американського геохіміка Франка Кларка.

Для різних ґрунтів кларки можуть сильно відрізнятися:

Кларк As у ґрунтах світу – 5 мг/кг, у ґрунтах США – 6,5 мг/кг, у чорноземах – 5,6 мг/кг, каштанових – 5,2 мг/кг, дерново-підзолистих в залежності від гранулометричного складу – 1,5 до 2,2 мг/кг. Тому на практиці (або за відсутності кларкових величин) використовують значення фонового вмісту забруднювальних речовин (табл. 4.12).

Таблиця 4.12. Регіональний фоновий вміст важких металів для ґрунтів України, мг/кг [29]

Зона		Елементи									
		Pb	Zn	Mn	Cu	Co	Mo	Sr	Cr	V	Ni
Полісся	середнє	11,4	42	395	8	10	2,4	118	39	16	12
	діапазон	6-24	8-96	75-1400	1,4-20	2,5-20	1,5-5,0	80-520	20-67	8-29	9-12
Лісостеп	середнє	10	52	735	20	17	2,8	119	51	52	26
	діапазон	-	20-90	240-3000	10-48	8-40	0,9-6,3	52-250	18-100	16-201	10-80
Степ	середнє	13	62	670	27	16	3,8	142	85	68	25
	діапазон	10-15	33-100	200-1600	10-64	8-27	2,9-5,6	100-220	40-150	42-130	19-40
Крим:Степ	середнє	10	69	845	31	24	1,8	112	96	119	53
	діапазон	-	40-190	520-1100	12-47	10-30	2,0-3,8	30-300	40-156	33-120	10-47
Крим: Гори	середнє	-	60	933	83	27	1,1	-	-	253	53
	діапазон	-	45-70	500-1267	55-125	23-32	0,5-1,7	-	-	148-267	43-63
Предкарпаття	середнє	-	84	676	23	17	-	-	90	106	39
	діапазон	23-168	45-237	150-1575	5-79	5-32	0,4-3,0	138-145	30-282	49-282	8-110
Карпати: Гори	середнє	61	50	924	25	21	-	-	140	71	31
	діапазон	-	45-70	500-1500	20-40	15-40	-	126-145	100-160	46-90	25-40

Для оцінки ступеню хімічного забруднення ґрунту використовують відношення величини фактичної концентрації до величини ГДК_{ґр}. У випадку відсутності для відповідної речовини нормативного показника ГДК використовують величину фоновому вмісту. Для оцінки фоновому вмісту за даними мережі стаціонарних ділянок моніторингу ґрунтів:

$$\frac{C_i}{ГДК_i} < 1 \text{ – незабруднені ґрунти;}$$

$$\frac{C_i}{ГДК_i} = 1 - 3 \text{ – слабозабруднені ґрунти (використання без обмежень);}$$

$\frac{C_i}{ГДК_i} = 3 - 5$ – середньозабруднені ґрунти (придатні для вирощування кормових та технічних культур);

$\frac{C_i}{ГДК_i} > 5$ – сильнозабруднені ґрунти (можливе обмежене сільськогосподарське використання).

З метою отримання комплексної оцінки забруднення за кількома компонентами використовують **сумарний показник забруднення ґрунтів (Z_c)** [30]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i}{K_{\phi}} \right) - (n - 1)$$

де Z_c – сумарний показник забруднення ґрунтів; K_i – концентрація у ґрунті компоненту i, мг/кг; K_φ – фонові концентрації забруднювача, мг/кг; n – число проаналізованих компонентів. Для коректної оцінки необхідно використовувати не менше 9 забруднювальних компонентів. Перевагою застосування сумарного показника забруднення Z_c є не лише скорочення обсягу інформації до однієї інтегральної величини, а й наявність якісної оцінки наслідків забруднення (табл. 4.13).

Таблиця 4.13. Оцінка санітарно-епідеміологічного благополуччя за сумарним показником забруднення ґрунтів Z_c

Категорія	Z_c	Наслідки
Допустима	< 16	Низький рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень
Помірно небезпечна	16-32	Збільшення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32-128	Збільшення числа дітей з хронічними хворобами, порушеннями серцево-судинної системи
Надзвичайно небезпечна	> 128	Порушення репродуктивної системи жінок, патології новонароджених

Однак широке використання сумарного показника забруднення Z_c протягом останніх 30 років виявило низку недоліків, що пов'язано перш за все з відсутністю оцінки класу небезпеки (токсичності) забруднювального компонента (хоча розробники цього показника використовували більш складний алгоритм оцінки наслідків, див [30]). В цілому на даний момент можна констатувати факт відсутності в Україні загальноєвропейських, адекватних та законодавчо унормованих показників стану хімічного забруднення ґрунтів (більш докладно [31]).

Контрольні питання до розділу

1. Відмінності моніторингу земель та моніторингу ґрунтів.
2. Рівні державного моніторингу земель.
3. Складові державного моніторингу земель.
4. Поділ державного моніторингу земель за терміном та періодичністю.
5. Порядок проведення державного моніторингу земель.
6. Які складові державного моніторингу земель покладено на Державну службу України з питань геодезії, картографії та кадастру (Держгеокадастр)?
7. Які складові державного моніторингу земель покладено на Державну екологічну інспекцію України?
8. Які складові державного моніторингу земель покладено на Державне агентство водних ресурсів України?
9. Яка державна установа проводить моніторинг екзогенних геологічних процесів?
10. Державне космічне агентство України як суб'єкт державного моніторингу земель.
11. Суб'єкти моніторингу земель населених пунктів.
12. Суб'єкти моніторингу ґрунтів сільськогосподарського призначення.
13. Складові моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.
14. Об'єкти моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.
15. Складові моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.
16. Організація мережі стаціонарних ділянок моніторингу ґрунтів.
17. Мета та порядок проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення.
18. Критерії якісного стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення.
19. Загальні маркерні показники якісного стану ґрунтів.
20. Агрофізичні маркерні показники якісного стану ґрунтів.
21. Фізико-хімічні маркерні показники якісного стану ґрунтів.
22. Показники засолення ґрунтів.
23. Агрохімічні маркерні показники якісного стану ґрунтів.
24. Показники забрудненості ґрунтів.
25. Принципи оцінки екологічного стану земель.

26. Що означає поняття «еталонний ґрунт»?
27. Зміст оцінки санітарно-гігієнічного стану земель.
28. Оцінка ризиків для земель в результаті провадження господарської діяльності.
29. Еколого-агрохімічна оцінка стану ґрунтів.
30. Критерії оцінки хімічного забруднення ґрунтів.

Література до розділу

1. Моніторинг довкілля / Запольський А.К., Войцицький А.П., Пількевич І.А. та інш. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006» Т. 1. – 408 с.
2. Положення про моніторинг земель. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1993 р. № 661. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/661-93-%D0%BF>
3. Річний план здійснення заходів державного нагляду (контролю) Державною службою України з питань геодезії, картографії та кадастру на 2022 рік. Наказ Держгеокадастру від 19.11.2021 № 543. Доступ <https://land.gov.ua/richnyi-plan-zdiisnennia-zakhodiv-derzhavnoho-nahliadu-kontroliu-derzhavnoiu-sluzhboiu-ukrainy-z-pytan-heodezii-kartografii-ta-kadastru-na-2022-rik/>
4. Положення про Державну екологічну інспекцію України. Постанова КМУ від 19.04.2017 р. № 275. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/275-2017-%D0%BF>
5. Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель». Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/963-15>
6. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність проведення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів Державною екологічною інспекцією. Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. №182. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/182-2019-%D0%BF>
7. Інструкція з організації та здійснення моніторингу зрошуваних та осушуваних земель. Наказ Держводагенства від 16.04.2008 р. № 108. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0656-08>
8. Про створення національної системи сейсмічних спостережень та підвищення безпеки проживання населення у сейсмонебезпечних регіонах. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.09.1995 р. №728. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/728-95-%D0%BF>
9. Про затвердження Порядку проведення містобудівного моніторингу. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.09.2011 р. № 170. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1268-11#Text>
10. Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. Наказ Мінагрополітики від 26.02.2004 р. №51. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0383-04>
11. Звіт Про роботу ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» у 2018 р. 27 с. Доступ <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2019/05/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82-%D0%B7%D0%B0-2018-%D1%80%D1%96%D0%BA.pdf>
12. Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення. Указ Президента України від 02.12.1995 № 1118/95. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/1118/95>
13. Порядок ведення агрохімічного паспорта земельної ділянки. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.10.2011 р. № 536. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1517-11>
14. Про перейменування та затвердження нової редакції Положення про державну установу "Інститут охорони ґрунтів України. Наказ Мінагрополітики від 20.03.2013 № 198. Доступ <https://www.iogu.gov.ua/pro-du-derzhgruntohorona/polozhennya/zminy-dopolozhennya-pro-derzhavnu-ustanovu-instytut-ohorony-gruntiv-ukrajiny/>
15. Постанова Верховного Суду від 19 серпня 2020 року у справі № 287/587/16-ц. Доступ <https://reyestr.court.gov.ua/Review/91089291>
16. Будзяк В.М., Будзяк О.С. Напрями оцінювання стану земель. Агросвіт. 2019. №4. С. 3-9. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.4.3

17. Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелювання. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 березня 2016 р. № 271-р. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/271-2016-%D1%80>
18. Про нормативи якісного стану ґрунтів. Проект Постанови КМУ від 27.10.2017 р. Доступ http://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2017/11/12210_31_10_17.pdf
19. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / За ред. Яцука І. П., Балюка С. А. – 2-ге вид., допов. – Київ, 2019. – 108 с.
20. Класифікація ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко; Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського" УААН. - К. : Аграр. наука, 2005. - 300 с.
21. Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин. Постанова Кабінету Міністрів України від 15.12.2021 р. №1325. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>
22. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. №173. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0379-96>
23. ДСанПіН 2.2.7.029-99 Комунальна гігієна. Ґрунт, очистка населених місць, побутові та промислові відходи, санітарна охорона ґрунту. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 р. № 29. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0029588-99?lang=ru#Text>
24. Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 р. №1595. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0722-20>
25. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 20.09.2001 р. № 137. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01>
26. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності, пов'язаної з використанням та охороною земель, і визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) Державною службою з питань геодезії, картографії та кадастру. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.10.2018 р. №801. Доступ <https://zakon.rada.gov.ua/go/801-2018-%D0%BF>
27. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А.І. Фатєєв, Я.В. Пащенко. — Х., 2003. — 117 с.
28. Виноградов А. П., Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах, М., 1950, с. 220
29. Медведев, В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи [Текст] / В. В. Медведев ; Нац. акад. аграр. наук Украины, ННЦ "Ин-т почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского". - 2-е пересмотр. и дополн. изд. - Харьков : КП "Город. типография", 2012. - 536 с.
30. Саєт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е.Саєт, Б.А.Ревич, Е.П.Янин. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
31. Мислива Т.М. Концептуальні засади здійснення екологічного нормування важких металів / Т.М. Мислива // Вісн. Житомир. нац. агроєколог. ун-ту : наук.-теорет. зб. / ЖНАЕУ. – Житомир, 2012. – Вип. 1 (30), т. 1. – С. 76–90.

РОЗДІЛ 5. МОНІТОРИНГ БІОРИЗНОМАНІТТЯ

Всі попередні розділи посібника, які присвячені моніторингу окремих складових довкілля з метою отримання достовірної інформації про стан довкілля та зміни окремих складових під дією природних та антропогенних факторів, позбавлені сенсу, якщо вони не здатні забезпечити управління природоохороною діяльністю. Якщо загадати з курсу лекцій Загальної екології, що існують чіткі відмінності між «охороною навколишнього середовища» та «охороною природи» (<https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/1-6>), де охорона природи – прикладна галузь знань, спрямована на збереження природного середовища та його компонентів (природних екосистем, угруповань, популяцій), то стає зрозумілим, що неможливо проводити успішну природоохоронну діяльність забезпечуючи лише контроль стану абіотичних складових довкілля. Маркером успішності охорони природи можуть виступати лише показники стану живої складової екосистеми. Таким чином, моніторинг біорізноманіття є вищим рівнем моніторингу довкілля та повинен забезпечувати оцінку стану довкілля в цілому.

У попередніх розділах (моніторинг компонентів гідросфери) ми вже могли побачити успішне використання показників стану водних біоценозів для характеристики екологічного стану гідроекосистем. При цьому більшу оціночну вагу мають саме біологічні показники фітопланктону, макрофітів, фітобентосу, макрозообентосу та іхтіофауни. Водночас, параметри абіотичних складових – гідроморфологічні, хімічні та фізико-хімічні показники, лише доповнюють оцінку екологічного стану. Проте цей приклад є скоріше виключенням, ніж правилом, оскільки моніторинг інших абіотичних складових не передбачає використання біотичних критеріїв їх екологічного стану (один з агрохімічних показників якісного стану ґрунтів – біологічна активність ґрунту, не може вважатися повноцінною оцінкою стану ґрунтової екосистеми).

Незважаючи на таку практичну цінність моніторингу біорізноманіття аналіз наявної нормативної бази України та інших розвинутих країн виявив відсутність цілісної концепції такого моніторингу. Ситуація є в цілому зрозумілою, оскільки еколого-ландшафтне різноманіття територій лише країн Європи не дозволяє сформулювати єдину програму моніторингу біорізноманіття. Наприклад, за даними (Костюшин, 2008) в Україні в різний час діяло понад 95 окремих програм моніторингу біорізноманіття. Та й само поняття біорізноманіття, незважаючи на свою популярність, є занадто широким і неконкретним. Тому при викладі матеріалу даного розділу ми проаналізуємо окремі запроваджені програми, які є лише елементами моніторингу біорізноманіття.

5.1 Проблеми моніторингу біорізноманіття в Україні

Для України визначено п'ять основних прямих чинників втрати біорізноманіття (Стратегія, 2020) — інтенсивне земле- та морекористування, надмірне використання природних ресурсів, зміна клімату, забруднення та інвазійні чужорідні види. Таким чином, програма моніторингу повинна забезпечувати спостереження не лише за станом біоти (точніше не стільки за станом біоти), а й за станом їх оселищ.

Поняття «моніторинг біорізноманіття» включає збір та узагальнення інформації про стан популяцій окремих видів, біоценозів, оселищ, екосистем та інших рівнів організації біосфери. Окремі складові біорізноманіття є об'єктами уваги не лише Конвенції Біологічного Різноманіття, а й багатьох природоохоронних конвенцій та угод, ратифікованих Україною (Конвенція про охорону мігруючих видів диких тварин, Угода про збереження мігруючих афро-євразійських водно-болотних птахів, Рамкова Директива про морську стратегію, Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення тощо). Крім того відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом Україна взяла на себе зобов'язання створити систему моніторингу

оселищ та видів протягом 2-х років з дати набрання чинності Угоди, тобто до 01.09.2017 р. (додаток 30 до Угоди про Асоціацію з ЄС) [1].

У березні 2021 р. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затвердило структуру Стратегії охорони біорізноманіття до 2030 року, першою ціллю якої є забезпечення моніторингу стану біорізноманіття в Україні з метою прийняття виважених управлінських рішень [5]. Проте станом на 2022 р. жодного нормативного документу щодо моніторингу стану біорізноманіття в Україні не розроблено.

При цьому Законом України «Про тваринний світ» передбачено створення системи державного обліку, кадастру та моніторингу тваринного світу. Законом України «Про рослинний світ» чітко зазначено, що моніторинг рослинного світу є складовою частиною моніторингу навколишнього природного середовища і здійснюється в порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України. Законом України «Про екологічну мережу України» передбачено здійснення державного моніторингу екомережі, що передбачає здійснення системи спостережень, спрямованих на оцінку цілісності екомережі, стану природних комплексів та об'єктів. Існує кілька десятків інших законодавчих актів які зобов'язують створити окремі програми моніторингу біорізноманіття України. Проте реальне створення програм моніторингу біорізноманіття потребує розробки та прийняття окремих підзаконних актів відповідними органами виконавчої влади.

Як зазначають [2] у більшості розвинутих країн інтегровані державні програми моніторингу біорізноманіття також ще тільки формуються. З іншого боку, вже не один десяток років існують сотні різних програм і проєктів, які фінансуються та реалізуються державними природоохоронними установами, науково-дослідними центрами, неурядовими організаціями. Метою більшості моніторингових програм є контроль за видовим складом та популяціями тварин та рослин, розповсюдженням і чисельністю ключових груп видів чи видів-індикаторів. При цьому більшість моніторингових програм національного або субнаціонального рівнів дуже слабо скоординовані між державними або міжнародними програмами.

5.2 Галузеві програми моніторингу біорізноманіття

З 95 програм моніторингу біорізноманіття, що виконуються або виконувалися в Україні (станом на 2007 р. [3]), 10 відносилися до міжнародних, 4 – до національних, 26 – до програм регіонального рівня, 55 – до місцевих програм. З них близько третини пов'язані з моніторингом фіторізноманіття. За науковими напрямками програми з моніторингу фіторізноманіття можна поділити на такі групи:

- вивчення стану популяцій окремих видів;
- моніторинг рослинності (геоботанічні дослідження);
- лісознавчі дослідження;
- моніторингові ресурсознавчі дослідження;
- моніторингові дослідження флор окремих регіонів.

Програми моніторингу тваринного світу спрямовані на вивчення стану популяцій окремих видів (12% – амфібій та рептилій; 42% – птахів; 22% – ссавців; 17% – безхребетних).

Незважаючи на таке різноманіття в Україні є кілька успішних прикладів реалізації окремих елементів системи моніторингу біологічного різноманіття.

5.2.1 Програма «Літопис природи»

Стан біорізноманіття є суттєво кращим на природоохоронних (заповідних) територіях. Однак існуюча мережа об'єктів природно-заповідного фонду, включаючи ті, що знаходяться під суворою охороною, є недостатньо великою для збереження біорізноманіття, за своєю структурою є фрагментарною і не формує, власне, цілісну мережу. Це пов'язано як з радянськими традиціями створення таких об'єктів, які були спрямовані на збереження окремих популяцій рідкісних видів, так і з новою українською

традицією заповісти те, що ще можна вилучити з інтенсивного господарського використання. Проте мережа природно-заповідного фонду України демонструє єдину програму державного моніторингу біорізноманіття (як окрему складову), яка має ознаки системності та тривалості – програма «Літопис природи». Звичайно, об'єми її виконання та якість варіює залежно від відомчого підпорядкування відповідного об'єкту, наявності штату фахівців, віку об'єкту тощо. У найстаріших заповідниках, які мають досить потужні та сталі наукові відділи, Літопис природи ведеться впродовж десятиріч, охоплюючи основні групи тварин і рослин. У багатьох нещодавно створених установах природно-заповідного фонду ведення Літопису природи тільки розпочинається та спрямовано переважно на інвентаризацію біологічного різноманіття.

Ведення Літопису природи у заповідниках та національних природних парках України передбачено Законом України «Про природно-заповідний фонд України», де зазначено, що він є основною формою узагальнення результатів наукових досліджень та спостережень за станом і змінами природних комплексів, матеріали яких використовуються для оцінки стану навколишнього природного середовища, розроблення заходів щодо охорони та ефективного використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Програма Літопису природи затверджена Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 25.11.2002 р. № 465/430 і є головною науковою темою у заповідниках та національних природних парках [4].

Моніторингові дослідження передбачають виконання окремих комплексів спостережень:

- на наукових полігонах (стаціонарах);
- на всій території об'єкту природно-заповідного фонду;
- в охоронній (буферній) зоні, а для біосферних заповідників – в зонах типового землекористування (так звані «околиці»).

За прив'язкою до місцевості спостереження поділяються на **стаціонарні** та **маршрутні** спостереження.

До **наукових полігонів** на природно-заповідних територіях належать стаціонарні ділянки спостережень, постійні пробні площадки, профілі та трансекти. Вони забезпечують вивчення природного розвитку екосистем та змін внаслідок антропогенного впливу.

Постійні пробні площадки мають відображати всю сукупність основних варіантів корінних або близьких до них біоценозів, представлених на заповідній території. Розміщення в інших функціональних зонах площадок не рекомендовано через більшу ймовірність випадків негативного антропогенного впливу. Мережа площадок повинна також забезпечити спостереження за станом популяцій окремих видів рослин та тварин, тому пробні площадки мусять охоплювати місцезнаходження рідкісних та цінних видів із врахуванням різних екологічних умов існування. Розміри (площа) визначаються метою дослідження, типом рослинності, складністю структури біоценозів, але вони повинні забезпечувати можливість проведення спостережень протягом тривалого часу (десятки років).

Постійні пробні площадки повинні бути чітко фіксовані на місцевості системою маркувальних знаків і мати наскрізну нумерацію в межах заповідника. Місцезнаходження наноситься на картографічну основу, дані про неї вміщуються у черговому томі Літопису. На кожен пробну площадку оформлюється спеціальний паспорт, який фіксує її призначення, загальну характеристику умов та стан основних компонентів екосистеми, вказуються методики проведення спостережень.

Профілі та трансекти також відносяться до стаціонарних ділянок спостережень. Проте на відміну від постійних пробних площ, спостереження на них проводять маршрутним методом, розпочинаючи рух завжди з однієї початкової точки у певному напрямку за постійним маршрутом. Трансекта являє собою лінійне відображення

маршруту, за яким рухаються під час проведення спостережень. Профіль – вертикальне відображення маршруту (застосовується за наявності великого перепаду висот) (рис. 5.1).

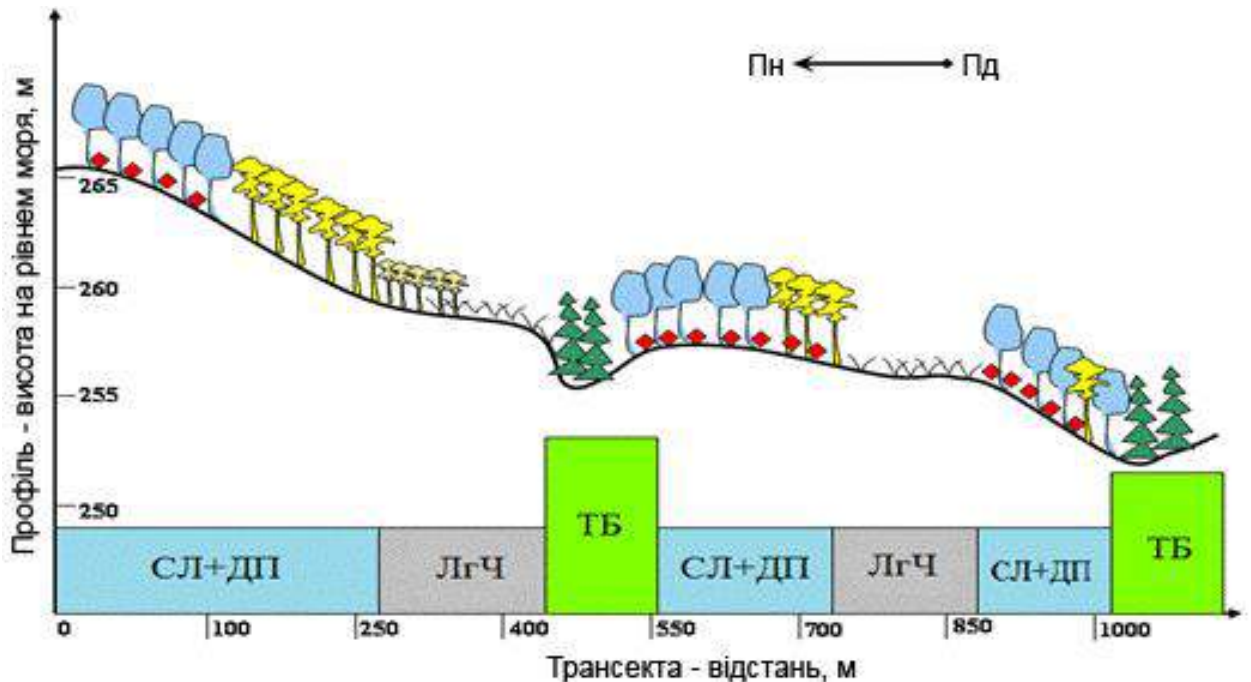


Рис. 5.1 Трансекта та профіль для проведення маршрутних спостережень

Закладання трансект та профілів дозволяє охопити більше різноманіття ландшафтно-геоморфологічних елементів. Подібно до постійних пробних площадок, для трансект/профілів також оформлюється відповідний паспорт.

Для характеристики природних процесів на всій заповідній території та охоронній (буферній) зоні крім спостережень на наукових полігонах використовують маршрутні спостереження, які не мають постійної періодичності та напрямку руху. Це дозволяє охопити більшу площу заповідної території. Види та угруповання, виявлені лише в околицях заповідника, враховуються окремо від основного переліку.

Основним способом збору інформації про фіторізноманіття є фітоценологічні дослідження, що переважно виконуються на наукових полігонах. У лісових екосистемах спостереження проводять мінімум тричі на рік (навесні, влітку та на початку осені). На трав'яних типах рослинності, які відзначаються значною сезонною мінливістю, доцільно проводити описи 5 – 6 разів щорічно в основні фази сезонного розвитку фітоценозів.

Для дрібних тварин (грунтові безхребетні, дрібні ссавці) основним методом є спостереження на постійних пробних площадках, для рухливих тварин (літаючі комахи, птахи, великі ссавці) – використовують трансекти або випадкові маршрути спостережень. Великі рухливі ссавці обліковуються методами, що застосовуються програмами обліку мисливських тварин.

Незважаючи на наявність закладених наукових полігонів та маршрутних спостережень, оцінити кількісні параметри популяцій всіх видів заповідної території неможливо. Тому зазвичай у кожній природно-заповідній установі обирають близько 10 найбільш характерних/фонових/модельних видів, а також всі рідкісні види, за станом популяцій яких здійснюють постійні спостереження.

Одразу після затвердження Програми Літопису природи (2002 р.) розпочалося бурхливе обговорення її доцільності та методологічної обґрунтованості [6, 7]. У 2019 р. Міндовкілля оголосило тендер на розробку нової Програми Літопису природи, який виграв Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, з метою запровадження заходів на виконання резолюцій Рамсарської, Бернської, Боннської конвенцій та інших міжнародних природоохоронних договорів. Проте оновлений проект

не був прийнятий через нищівну критику з боку фахівців-практиків у зв'язку з відсутністю концептуальних змін у новій Програмі [8]. За висновками Москаленка Ю.О. [8], у новій Програмі Літопису природи відсутня визначеність щодо діапазонів просторових масштабів, в межах яких передбачається ведення моніторингу. Якщо йти за логікою завдань, які стоять перед заповідними установами, наукові відділи відповідних об'єктів мають вести дослідження у локальному масштабі за програмою, яка повинна окремо розроблятися для кожної окремої заповідної території. Тільки так можна підійти до відповіді на питання, що і яким чином ми зберігаємо. Натомість продовжується нав'язування науковим відділам універсальної програми, в основу якої покладається мандатний моніторинг (за визначенням, мандатний моніторинг здійснюється в національному масштабі). Про те, що національний моніторинг не здатний забезпечити збір інформації про стан окремих локальних екосистем зазначено у Оселищній директиві, де чітко вказано, що він орієнтований на локальний або регіональний масштаб [9, 10].

Короткий зміст зауважень полягає в наступному:

1. Відсутність чітко сформульованої мети та завдань моніторингу на заповідних територіях, що відбилося на всій структурі Програми та наборі методик спостережень.

2. Намагання створити уніфіковану електронну форму, до якої заповідники зобов'язані вносити інформацію, що не відображає екосистемних особливостей заповідних установ.

3. Програма є набором методик спостережень, які не завжди є адекватними в конкретних умовах заповідної території та складними для повної їх реалізації.

Станом на 2022 рік у Верховній Раді України пройшов перше читання проект Закону України «Про території Смарагдової мережі» №4461-1, що є імплементацією вимог Директиви № 2009/147/ЄС Про збереження диких птахів та Директиви № 92/43/ЄС Про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори (Оселищна директива), який передбачає запровадження процедури моніторингу статусу збереження типів природних оселищ та видів природної фауни і флори в межах території Смарагдової мережі.

Стаття 11 даного законопроекту «Моніторинг статусу збереження типів природних оселищ та видів природної фауни і флори в межах Смарагдової мережі» передбачає низку нововведень, які повинні дещо змінити порядок провадження моніторингу біорізноманіття на територіях об'єктів природно заповідного фонду України. Зокрема передбачено:

- затвердження нових методик;
- в кожному регіоні буде визначено основну установу природно-заповідного фонду, яка збирає та узагальнює інформацію з інших регіональних установ;
- в основній установі природно-заповідного фонду створюється окремий підрозділ моніторингу статусу збереження типів природних оселищ та видів природної фауни і флори.

Як можна бачити, принципових змін у проведенні цієї складової моніторингу біорізноманіття найближчим часом не очікується.

5.2.2 Програма обліку мисливських тварин

До моніторингових програм з деякими застереженнями можна віднести і облік мисливських тварин, який регулярно проводиться мисливськими господарствами. Зібрані дані є частиною державної статистичної звітності. Незважаючи на нарікання щодо якості отриманих даних, за відповідного удосконалення ця система обліку мисливських тварин може стати повноцінною складовою системи державного моніторингу біологічного різноманіття України. Схожа ситуація щодо статистичного обліку вилову риби та оцінки рибних запасів, що охоплюють малу кількість видів риб та в цілому характеризуються низькою якістю.

Згідно Закону України «Про мисливське господарство та полювання» користувачі мисливських угідь зобов'язані проводити первинний облік чисельності і добування мисливських тварин, вивчати їх стан та характеристики угідь і в установленому порядку подавати цю інформацію органам, які здійснюють державний облік чисельності тварин та облік їх добування (Держлісагентство), ведення державного кадастру і моніторингу тваринного світу (Міндовкілля).

На виконання закону у 2022 р. розроблено проект Правил державного обліку мисливських тварин і обсягів їх добування. Передбачено, що система обліку мисливських тварин і обсягів їх добування буде складатися з таких елементів:

- первинний облік чисельності та добування мисливських тварин;
- державний облік чисельності та добування мисливських тварин.

Первинний облік чисельності та добування мисливських тварин – сукупність дій, способів та методів, які дозволяють визначити чисельність та обсяги добування мисливських тварин на певній території.

Державний облік чисельності та добування мисливських тварин – аналітична обробка матеріалів первинного обліку мисливських тварин, результатом якої є зведені по адміністративно-територіальних одиницях на рівні адміністративних областей дані по чисельності та добуванню мисливських тварин.

Первинний облік здійснюється шляхом польових спостережень. В залежності від біолого-екологічних особливостей виду мисливських тварин, географічних, кліматичних, соціально-економічних умов та з метою отримання найбільш об'єктивних даних обирають відповідні методи проведення первинного обліку. Контроль за організацією та проведенням обліку мисливських тварин здійснюється Держлісагентством та його територіальними органами.

Первинний облік чисельності мисливських тварин проводять прямими (обліковують безпосередньо тварин) так і непрямим методами (за слідами життєдіяльності).

1. Авіаційний облік може бути суцільним або вибіркоким. Для його проведення можуть застосовуватися як пілотовані так і безпілотні літальні апарати. Суцільний облік використовується для обліку та аерофотозйомки скупчень диких тварин у відкритих типах мисливських угідь. Суцільний облік повинен повністю покривати площу мисливських угідь.

Вибірковий авіаоблік проводиться на маршрутній стрічці (стрічкової пробній ділянці). Під час цього виду обліку обліт проводиться за паралельними маршрутами, які попередньо визначаються обліковцем, що особливо важливо в умовах відсутності чітких паралельних орієнтирів (наприклад – кварталних просік, полезахисних лісосмуг, тощо).

Роботу потрібно виконувати за умов ясної погоди, як правило за відсутності зеленої рослинності. Час роботи залежить від тривалості світлового дня. Висота прольоту – 80-200 м, за швидкості 60-80 км/год. За таких умов два обліковця (по кожному борту) оглядають смугу шириною 1000 м (по 500 м у кожену сторону). При вибіркового авіаобліку площа, охоплена спостереженнями, повинна становити не менше 50% від площі угідь. Основним завданням при цьому є точне проходження за визначеним маршрутом прольоту. Дані обліку по правому та лівому борту записуються кожним обліковцем до облікового листка. В залежності від типу літального апарату можуть вестись відеозаписи однією чи декількома камерами, які в камеральних умовах переглядаються і записуються результати обліку. Розрахунок загальної чисельності диких тварин на всій території господарства проводиться шляхом екстраполяції отриманих на маршрутних стрічках даних на загальну площу угідь.

2. Облік шумовим прогоном (нагоном) дозволяє обліковувати самих тварини або їх сліди. Це один з найбільш точних методів. Для цього на карті-схемі мисливського господарства визначається місцезнаходження пробних ділянок, напрямок та порядок проведення прогонів. Визначаються вони таким чином, щоб характеризувати всі типи

мисливських угідь, а тварини, вигнані з однієї пробної ділянки, не повинні переходити до іншої. Розмір кожної пробної ділянки залежить від кількості задіяних обліковців та нагоничів. Загальна площа пробних ділянок повинна складати не менше 20-30 % від загальної площі угідь.

Обліковців розставляють по периметру пробної ділянки на віддалі 50-100 м один від другого з таким розрахунком, щоб чітко бачити перехід тварин між обліковцями. Коли проводять облік у безсніжний період, обліковців розставляють навкруги пробної ділянки по усьому периметру на віддалі до 50 м один від одного. Кожен обліковець веде підрахунок побачених ним тварин лише у визначеному секторі обліку. Нагоничів розставляють через 25-50 м так, щоб вони, йдучи з шумом за прямою лінією, бачили один одного. Не можна наганяти тварин у лісових угіддях у напрямку відкритих територій (на поля, сінокоси, пасовища, свіжі зруби).

3. Зимовий маршрутний облік має обмежене застосування в умовах південних районів України, хоча має високу точність оцінки без застосування великої кількості обліковців та техніки. Методика обліку ґрунтується на принципах відносного обліку тварин за слідами на визначених маршрутах та визначається за формулою (А.Н. Формозова):

$$N = 1,57 \frac{S}{dm},$$

де N - число тварин на одиницю площі (1 км²);

S - кількість зареєстрованих слідів добової давності (за 24 години);

m - довжина маршруту, км;

d - середня довжина добового ходу звіра, км.

На території угіддя закладаються маршрути по 5-10-15 км довжиною із розрахунком не менше 1 км на 100 га угідь, розміщених рівномірно по території. За день до проведення обліку на маршрутах затирають всі сліди звірів, або облік проводиться на наступний день після припинення снігу та формуванні суцільного снігового покриву. При проведенні обліку на маршрутах підраховують свіжі добові сліди, що перетинають лінію маршруту в обох напрямках. В обов'язковому плані ведеться абрис ходу з відмітками на лінії маршруту всіх перетинів слідів із зазначенням виду та кількості тварин. Визначення довжини маршруту повинно проводитись шляхом його попереднього картування або шляхом використання GPS-, GSM-трекерів, навігатора чи крокоміра.

Найважливішим показником при проведенні маршрутного обліку є середня довжина добового ходу звіра (d), яка в різних регіонах і по сезонах року є неоднаковою і може суттєво відрізнятись. Вона залежить від сезону року, погодних умов, рельєфу, висоти снігового покриву, антропогенного освоєння території. Застосовувати зимовий маршрутний облік можна тільки в тому випадку, коли є накопичені достовірні дані щодо середньої довжини добового ходу відповідного виду в регіоні на період проведення обліку, що рекомендується проводити в лютому-березні місяцях, після завершення сезону полювання.

Окремим варіантом є облоговий метод обліку, що оцінює чисельність тварин на площі за різницею в кількості вхідних і вихідних слідів, відмічених на кордонах облікової ділянки. Обліковець шляхом руху за периметром ділянки підраховує кількість вхідних і вихідних слідів. У перший день на наміченому маршруті затирають сліди. На другий день обліковці проходять тим самим маршрутом, відмічаючи на схемі видову приналежність, кількість і направлення врахованих слідів. Виявлені сліди знову затирають. При цьому методі важливо визначити вірний напрям слідів і кількість звірів, які перетнули просіку. Склавши кількість порахованих слідів за кварталами пробної площі, можна судити про кількість звірів на конкретній площі. Обліковець за одну годину роботи може зареєструвати сліди звірів на просіці довжиною 2 км.

4. Облік копитних тварин на місцях зимових скупчень дає задовільні результати лише у гірських місцевостях. Він достатньо простий, і проводять його

наприкінці зими, коли сніг глибокий, в ясну сонячну погоду, протягом двох днів підряд. Обліковець вибирає маршрут, який можна подолати за один світловий день. За допомогою оптичних приладів проглядають схили гір, на яких переважно скупчуються тварини. Запланований маршрут попередньо наноситься на карту, а після його проходження на карті відмічаються фактичні дані і фактично пройдений маршрут з часовими відмітками. Побачивши тварин, обліковець підраховує їх число та визначає вік і стать. Додатково може проводитись відеозапис, за допомогою якого уточнюється статево-вікова структура та можна додатково облікувати тварин, які не були помітні в групі. Якщо обліковець не бачить самих тварин, а лише їхні сліди, йому потрібно в наступні дні в різні періоди доби відвідати ці місця, щоб побачити тварин.

Незважаючи на простоту та відносно хороший результат, метод не дає абсолютного результату за рахунок тварин, які не потрапили на обліковий маршрут. Таким чином, під час обліку у місцях концентрацій потрібно вводити поправний коефіцієнт, який розраховується шляхом прокладки додаткових маршрутів та визначення частки недооблікованих тварин.

5. Облік на місцях підгодівлі можливий в угіддях, де проводиться регулярна підгодівля копитних тварин. Найкраще проводити в кінці зими, коли тварини більш охоче відвідують місця підгодівлі. Біля місць підгодівлі в заздалегідь підготовлених скрадках (вежах, бункерах тощо) ведуть облік шляхом чергування протягом декількох діб. Бажано чергувати 1-2 доби, а потім через 5-6 днів повторити облік протягом ще 1-2 доби. Відмічають час спостереження, вид тварин, чисельність, стать та вік тварин. З метою уникнення подвійного підрахунку детально записується час знаходження тварин на майданчику, а також особливі відмітки, які мають певні особини тварин. Ефективним є використання для обліку фото пасток та інших засобів дистанційного відео спостереження.

6. Облік оленів під час гону (на риковиську). До початку риковиська виготовляють схеми-абрисы для кожного обліковця, на яких визначають його відносно короткий 3-5-кілометровий маршрут. В рівнинних місцевостях маршрути прокладають по паралельних квартальних просіках, що йдуть вздовж угідь, а в горах – за вододільними хребтами урочищ, горизонтальних мисливських стежках-пляях тощо, де існує добра чутливість ревучих самців.

В період риковиська обліковці йдуть ранком (до світанку) і ввечері по визначених маршрутах кілька днів підряд на початку гону і декілька днів підряд у розпалі гону. В момент, коли обліковець почує рев оленя, він на схемі-абрисі позначає своє місце знаходження, дату, час, напрямок і приблизну віддаль ревучого оленя по відношенню до свого місцезнаходження. У випадку, коли обліковець бачить оленя і олениць, підраховує їх кількість, визначає їх вік, вгодованість, якість рогів самця. При кінцевому підрахунку кількість ревучих оленів на маршруті береться до уваги при підрахунках лише в той день, коли ревіло найбільше оленів.

Цей метод обліку має багато недоліків. На риковиську реве переважно 50-75 % самців. Практично неможливо достатньо точно за період 1-2 обліків підрахувати самок, підростків та молодняк, важко встановити склад гарему, оскільки співвідношення статей під час гону буває різним: на одного самця може припадати менше однієї самки, одна, дві і багато самок. Для того, щоб перейти від кількості ревучих оленів до загальної кількості оленів, необхідно визначити, скільки самок тримається біля одного ревучого оленя.

8. Облік вовків характеризується специфікою, оскільки цей хижак має особливу біологію і інші методи його обліку є непридатними, а саме:

– вовки, як правило, проживають зграями (сім'ями) з цілком визначеною та сталою сімейною ієрархією: пара дорослих звірів, переярки – особини минулих років народження та молоді (прибулі) останнього року народження. Зграя завжди утримує свою ділянку мисливських угідь, де вона виводить потомство, полює, кочує. Площа такого "сімейного"

мисливського району складає, приблизно від 340-380 км² (Поліська) до 550-620 км² (Степові лісомисливські області).

Крім “сімейних” вовків, для популяції характерні бродячі одиночки, так звані нетериторіальні вовки. Це, в основному, молоді, що не беруть участь у розмноженні, та старі самці. Зрідка вони можуть об’єднуватися у невеликі (2-3 особини) групи. Маршрути їх руху можуть проходити через сусідні “сімейні” ділянки;

– місце виведення вовчого потомства, як правило, знаходиться у постійному районі з обмеженою площею (5-10 км²), який обов’язково повинен знаходитися біля джерела води. Поява у кінці зими – на початку весни в такому районі парних слідів дорослих звірів є ознакою перевірки та підготування ними місця майбутнього лігва. Дуже доречним у цей час є вимір відбитку ступні (найбільша довжина) дорослих особин з точністю до 1 мм. Значення цієї величини є чіткою індивідуальною ознакою родоначальників місцевої вовчої сім’ї. Виявлення у такому районі слідів молодих вовченят у кінці весни (на початку літа) підтверджує наявність виводкового району. Поява слідів молодих вовченят у кінці літа свідчить про те, що виводок почав кочувати разом із дорослими вовками і зростає загроза нападу хижаків на свійських тварин;

– наявність чітко визначеного далеко чутного звукового видоспецифічного спілкування вовків між собою. Це може бути скавчання (вищання) у молодих особин і виття різної сили та діапазону у дорослих та переярків. Звукові сигнали у вовків мають цілком характерну сезонну динаміку. У період виведення потомства вовки не виють зовсім (у цей період хижаки взагалі намагаються не показати свого місцеперебування, навіть припиняють рухатися по дорогах). Згодом підрослий молодняк активно спілкується голосом з батьками і поступово зменшує голосову активність до періоду початку кочівлі. Восени активність виття зростає до максимуму у кінці осені – на початку зими. Взимку вовки виють часто і регулярно. Інтенсивність виття знову зменшується на початку виводкового періоду;

– наявність постійних маршрутів руху. Періодичність появи на них звірів у 3-6 днів, в залежності від розміру мисливського району сім’ї. Довжина ходу “нетериторіальні”-одинаків може бути значно більшою.

9. Облік бобра та ондатри шляхом оцінки перспективності угідь здійснюється шляхом нанесення на карту координат центру поселення (хатки, нори) та меж кожного окремого поселення. Чисельність тварин визначається в кожному окремому поселенні відповідно до слідів життєдіяльності (характер та число погризів, розміри кормових майданчиків, стежок, вилазок, обсяги зимового запасу корму, сліди будівельної діяльності, сліди діяльності бобренят). Одночасно з реєстрацією бобрових поселень виконується бонітування угідь і оцінка їх перспективності, що враховує стан кормової бази, захисні умови, гідрологічний режим водойми, вплив господарської діяльності людини. Бобри вибірково відносяться до якісного складу прибережної деревно-чагарникової рослинності, яка є їх основним кормом. Вік дерев не має суттєвого значення, проте вирішальну роль має видовий склад деревно-чагарникової рослинності, з якої вони надають перевагу м’яколистяним породам (верба, осика, тополі) і які визначають кормову цінність угідь.

10. Облік тварин на жилих норах застосовують для норних тварин: лисиці, єнотоподібного собаки, борсука, бабака. Чисельність тварин встановлюється шляхом спостереження за кожною норою і визначенням кількості тварин в ній.

Під час проведення обстежень визначається:

– видова приналежність нори (понориц). Вид господаря визначається за зовнішнім виглядом нори, кількістю віднірків, їх розміром та формою, характерним запахом, слідів тварин біля вхідного отвору на вологому ґрунті, залишкам екскрементів та залишкам шерсті, місцезнаходженням нори (єнотоподібний собака обладнає нори не лише у ґрунті, а й у купах хмизу, очерету, норах інших тварин тощо);

– жила нора чи покинута;

– середня кількість цуценят у сім'ї шляхом візуальних спостережень за молодими тваринами, які виходять з нори або знаходяться поруч з норою.

Загальна чисельність тварин визначається шляхом множення числа виявлених житлових нір певного виду тварин на середню величину виводку з урахуванням природної загибелі (до 50%). Незважаючи на абсолютність обліку, метод дає велику похибку за рахунок недообліку всіх наявних жилих нір та великих коливань величини смертності у виводках.

11. Облік водоплавної дичини на зорях зазвичай проводиться перед відкриттям сезону полювання на початку серпня для розрахунку навантаження мисливців на угіддя при полюванні на місцевих водно-болотних птахів, до початку прольоту мігруючих особин. За наявності великих територій "качиних" угідь (заплавні ріки, заболочені масиви тощо) обліковці розміщуються на номерах за діагоналлю, яка перетинає весь масив таким чином, щоб круг обліку межував з кругом сусідніх обліковців. Облік проводиться на вечірній та на вранішній зорях і повторюється не менше двох днів. В результаті обліку встановлюється:

– загальна кількість качок різних видів (паралельно може проводитися облік голубів та сірої ворони) шляхом екстраполяції результатів спостережень у великому колі (більше 150 м) на всю територію водних угідь;

– пропускна спроможність – шляхом множення кількості качок, зареєстрованих у найменшому колі ($R = 50$ м) на реальне число номерів в даному угідді.

Для проведення обліків на зорях необхідно використовувати багато обліковців, що збільшує його трудомісткість. Дані обліку характеризують стан місцевої популяції водоплавної дичини за короткий відрізок часу. Відбувається недооблік частини птахів, які не піднімаються при русі обліковців на крило і залишаються у "важких" місцях. Крім того, не виключені повторні обліки піднятих груп птахів на сусідніх водоймах, що знижує точність результату, яку можна підвищити за рахунок одночасного обліку на всіх водоймах великою кількістю обліковців.

12. Обліки мисливських птахів під час токування (вальдшнеп, глухар, тетерук, фазан). Перед початком облікових робіт проводиться обстеження та інвентаризація місць токовищ. Співаючих півнів найбільш точно можна облікувати із заздалегідь обладнаних куренів, менш точним є підрахунок кількості півнів по їх голосах з підходу. При такому підрахунку обліковцю потрібно використовувати хороший бінокль чи підзорну трубу.

Основним недоліком обліків птахів під час токування (найчастіше глухарів та тетеруків) є неминучість їх турбування у весільний період, що негативно відбивається на стані популяції, найбільше – при проведенні неодноразових обліків на маршрутних стрічках та, особливо, з допомогою собаки

13. Обліки мисливських тварин за допомогою собаки найкраще підходить для обліку єнотоподібного собаки за допомогою лайки та куриних птахів і фазанячих виводків з лайкою або лягавою. Облік проводиться за аналогією з процесом полювання. Пошук та інвентаризація єнотоподібного собаки має вигляд вибіркового методу прогоном на пробних ділянках, лише роль нагоничів виконує спеціально навчена лайка. Рух обліковця на пробній ділянці здійснюється у формі човника. Дані про кількість знайдених тварин заноситься у облікову відомість, а згодом екстраполюються на площу угідь, придатних для проживання певного виду згідно бонітету мисливських угідь.

Облік птахів за допомогою собаки, як імітація полювання, негативно впливає та погіршує робочі якості мисливських собак. Крім того, неодноразове розлякування молодих виводків собакою спричиняє турбування птахів і виступає негативним фактором неспокою.

14. Анкетно-опитовий метод обліку застосовують шляхом залучення широкого кола працівників господарств (лісника, егеря, майстра лісу, мисливствознавця) або мисливців-аматорів. Такий метод дає надзвичайно наближені оцінки. Проте таким методом можна визначити чисельність тварин з низькою фактичною щільністю популяцій

а також наявність рідкісних та випадкових види. Проведення обліку буває анкетним (письмовим) або опитовим (усним).

Якість отриманих даних буде значною мірою залежати від професійних якостей респондентів, а також від правильності складання питань самої анкети.

15. Облік чисельності копитних звірів за кількістю зимових екскрементів застосовують для обліку тварин-дендрофагів, котрі харчуються в зимовий період пагонами дерев і чагарникових порід, багатих лігніном. Зимові екскременти чітко відрізняються від залишених в інший період року тим, що містять в основному клітковину і зберігаються тривалий час (до одного року і довше). Крім того, екскременти дають можливість за їх формою визначити стать тварин (самці, самки) та відрізнити екскременти молодняка. Суть методу полягає у підрахунку кількості екскрементів (купок), залишених тваринами за зимовий період, оскільки кількість дефекацій, залишених однією дорослою особиною певного виду та віку за добу є доволі стабільною величиною.

Облік проводять весною в період після сходу снігу і до появи трав'янистої рослинності. Для отримання достовірних даних щодо чисельності копитних тварин необхідно на кожних 100 га закласти облікову стрічку 1-кілометрової довжини і 4-5 метрової ширини, яка проходить через середину кварталу і пропорційно представляє всі типи мисливських угідь. На стрічках підраховують всі наявні купки зимових екскрементів кожного виду копитних. Для підрахунку кількості тварин обліковану кількість екскрементів на усіх стрічках екстраполюють на всю площу угідь і ділять на число, одержане від множення кількості зимових днів на середню кількість екскрементів за добу, що їх залишає певний вид.

5.2.3 Моніторинг лісів

Лісові екосистеми України є штучними екосистемами (за виключенням нечисленних пралісів), що за своїми умовами є найбільш наближеними до природного стану. Незважаючи на господарське призначення лісових масивів, вони тривалий час функціонують за мінімального втручання людини і, відповідно, забезпечують існування популяцій численних організмів – рослин, тварин, грибів. Тому роль таких екосистем у збереженні біорізноманіття є провідною.

Згідно Лісового кодексу України **моніторинг лісів** – система регулярного спостереження, оцінки і прогнозу динаміки кількісного і якісного стану лісів. Моніторинг лісів проводиться шляхом збирання, передавання, збереження та аналізу інформації про стан лісів, прогнозування змін у лісах і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для інформаційно-аналітичного забезпечення управління лісами, прийняття рішень щодо запобігання негативних змін стану лісів, дотримання вимог екологічної безпеки та принципів ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку. Моніторинг лісів є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища. Таким чином, моніторинг лісів перш за все спрямовано на підтримання їх сталого господарського використання і має переважно утилітарні завдання. Тому станом на початок 2022 р. в Україні розпочато формування нової системи – Національного моніторингу лісів, що повинен поєднати як господарські, так і природоохоронні аспекти.

Діяльність з моніторингу лісів України розпочалася у 90-х роках минулого століття, коли в окремих адміністративних областях силами фахівців лісових науково-дослідних установ було закладено мережу ділянок моніторингу відповідно до вимог Міжнародної спільної програми моніторингу лісів (UN-ECE ICP Forests). З 2000 року до проведення польових спостережень на ділянках моніторингу лісів долучилося виробниче об'єднання ВО «Укрдержліспроєкт», і моніторинг охопив усі адміністративні області та територію АР Крим. Щорічно спеціалісти ВО «Укрдержліспроєкт» обстежували близько 1500 ділянок моніторингу, які розташовані в лісах, що перебувають під управлінням Держлісагентства України. Науково-методичні основи моніторингу лісів України від

самого початку його розбудови були гармонізовані з вимогами до проведення спостережень I рівня Міжнародної спільної програми моніторингу лісів (UN-ECE ICP Forests) у регіоні Європейської Економічної Комісії (ЄЕК).

Єдиною функціонуючою системою державного моніторингу стану лісів в Україні (станом на 2022 р.) була процедура державного обліку лісів і державного лісового кадастру. Відповідно до Постанови КМУ від 20.06.2007 р. № 848 Про затвердження Порядку ведення державного лісового кадастру та обліку лісів [11] **державний лісовий кадастр** є інформаційною базою системних відомостей про розподіл лісового фонду між власниками лісів і постійними лісокористувачами, поділ усіх лісів за категоріями залежно від виконуваних ними основних функцій, грошову оцінку та інші дані, що характеризують кількісний і якісний стан лісів. Державний лісовий кадастр та облік лісів ведеться Держлісагентством з метою забезпечення ефективної організації охорони і захисту лісів, їх раціонального використання та відтворення, здійснення постійного контролю за якісними і кількісними змінами в лісовому фонді України. Ведення кадастру здійснюється власниками лісів і постійними лісокористувачами на основі даних державного земельного кадастру, матеріалів лісовпорядкування, інвентаризації, обстежень та первинного обліку лісів. Таким чином самі лісокористувачі є суб'єктами даного виду моніторингу, що суперечить концепції державного моніторингу довкілля. Більш того, в результаті проведеного у 2020 р. Рахунковою палатою України аудиту ефективності використання бюджетних коштів, було встановлено, що виділене фінансування фактично було спрямовано на утримання апарату Держлісагентства та його територіальних підрозділів. Останній (станом на 2022 р.) державний облік лісів в Україні відбувся до 2011 року.

Водночас з 2019 р. Держлісагентством створено та підтримується в актуальному стані **електронний реєстр лісорубних квитків на заготівлю деревини**, що покриває всю територію України. В цьому реєстрі зібрано всі дані про лісорубні квитки для того, щоб зробити цю інформацію доступною для громадськості. Розроблено онлайн-карту рубок, яка охоплює лісгосподарські підприємства двадцяти чотирьох областей <https://lk.ukrforest.com/map/general> (рис. 5.2). Крім даних по рубках (тип рубки, об'єм заготівлі, дані виконавця рубки) цей онлайн-ресурс містить коротку лісовпорядкувальну інформацію по всіх лісових виділах лісових масивів України.

З метою отримання актуальної інформації щодо стану лісових ресурсів України, у 2021 р. було створено окрему процедуру – **Національну інвентаризацію лісів** (Постанова КМУ від 21.04.2021 р. №392) [12], метою якої є отримання статистично обґрунтованої узагальненої інформації про кількісні та якісні показники стану та динаміки лісів для потреб планування та ведення лісового господарства, державного лісового кадастру, моніторингу лісів. Таким чином зі складу Національного моніторингу лісів було чітко виокремлено господарську складову. Національний моніторинг лісів є більш складним процесом, що повинен включати облік лісових ресурсів, запаси деревини та компонентів фітомаси у насадженнях, оцінювання індикаторів сталого розвитку лісового господарства, зокрема – динаміку біомаси, поглинання вуглецю, структуру насаджень, біорізноманіття, лісовідновлення, відмерлу деревину, надґрунтовий покрив та інші компоненти лісових екосистем. Тобто він повинен забезпечувати отримання актуальної інтегральної оцінки стану лісових екосистем.

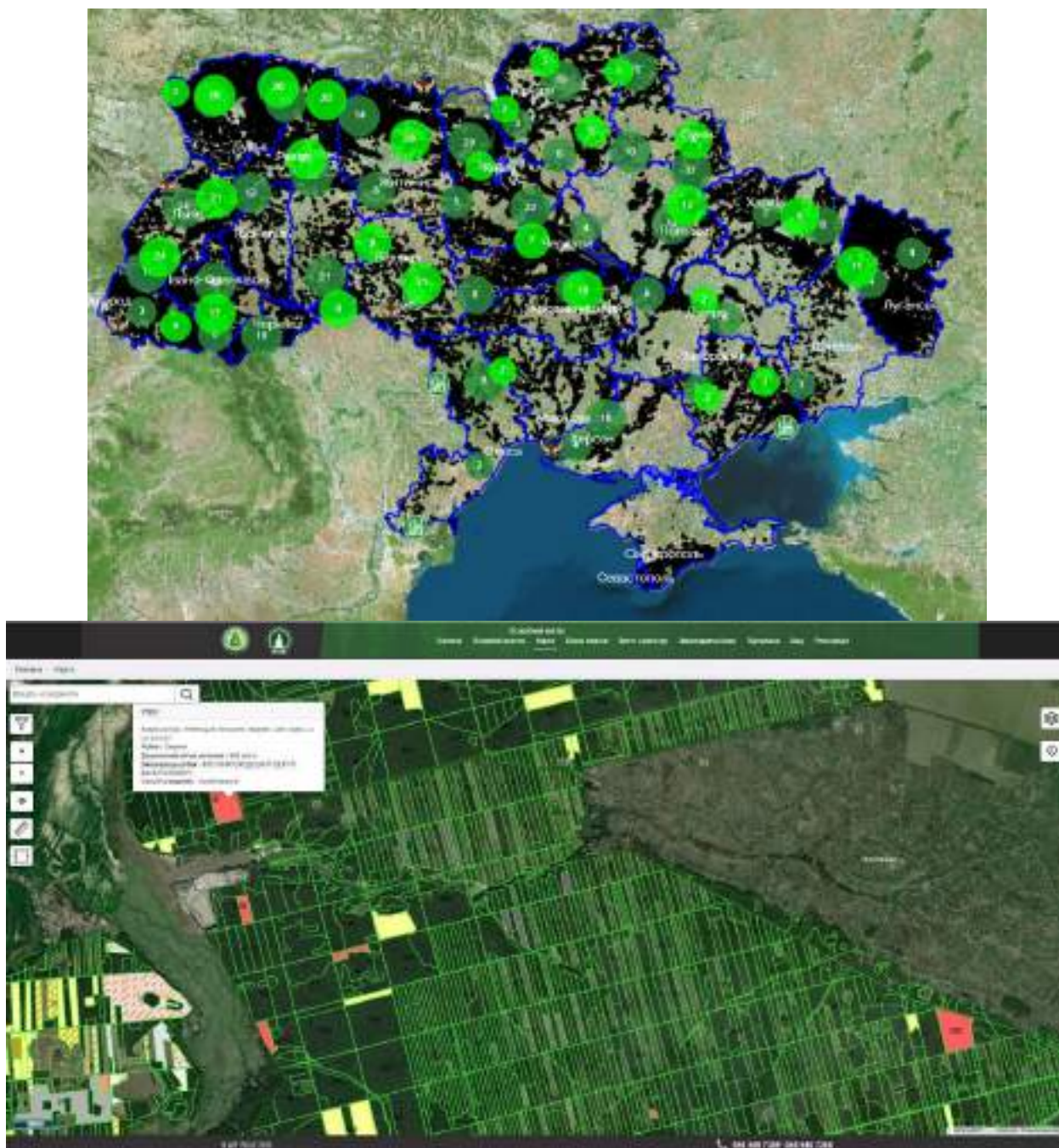


Рис. 5.2 Онлайн-карта лісокористування України (Боярська ЛДС, Плесецьке лісництво, Київська обл. лютий 2022 р.)

У 2019 р. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, що є провідною науковою установою України з питань лісівництва та агролісомеліорації, розробив Рекомендації щодо розбудови державної системи моніторингу лісів України [13]. Ці рекомендації закладають основи для запровадження системи Національного моніторингу лісів України. Проте станом на 2022 р. ця методика не набула офіційного статусу загальнодержавного нормативного документу.

Зазначені рекомендації гармонізовано з UN-ECE ICP Forests – міжнародною спільною програмою моніторингу лісів у регіоні Європейської Економічної Комісії ООН. Ця програма моніторингу UN-ECE ICP Forests є найбільшою за географічним покриттям та найдовшою за часом проведення із наявних в Європі (понад 30 років). У цій програмі беруть участь 42 країни регіону ЄЕК ООН – країни Європи, США та Канада. Програма

проводиться під егідою Конвенції ООН про широкомасштабне транскордонне забруднення повітря (LRTAP), яку ратифікувала Україна.

Важливою рисою програми моніторингу UN-ECE ICP Forests є запровадження стандартизованих методів обстеження та додаткових заходів із контролю якості на рівні країн-учасниць. Усі методи описані у Керівництвах ICP Forests Manual, останнє поновлення яких відбулося у 2021 р. [14]. Європейська мережа моніторингу лісів має два рівні:

- 1) широкомасштабне спостереження – мережа I рівня, мережа ділянок є рівномірною з щільністю 16 x 16 км;
- 2) інтенсивний моніторинг – II рівень.

Мережа ділянок I рівня забезпечує інформацією щодо поточного стану та змін у лісових екосистемах Європи. Ключовим є обстеження стану крон, дані якого використовуються як кількісна міра відповіді лісів на негативні чинники.

На ділянках II рівня проводиться моніторинг умов місцезростання та стресорних факторів, а також хімічна і біологічна оцінка екосистем. Методика обстежень на ділянках інтенсивного моніторингу розроблена з метою детального вивчення екологічних процесів в лісах, виявлення причинно-наслідкових зв'язків на екосистемному рівні.

Для оцінювання стану крон дерев на ділянках I рівня обирають облікові дерева, що поділяють за ступенем дефоліації на п'ять класів:

- непошкоджені – з дефоліацією в межах 0-10% (клас 0);
- слабо пошкоджені – 11-25% (клас 1);
- середньо пошкоджені – 26-60% (клас 2);
- сильно пошкоджені – 61- 99% (клас 3);
- всохлі – 100% (клас 4).

Відповідно до критеріїв оцінки стану крон, дефоліація до 25% розглядається як така, що знаходиться у межах природних коливань фітомаси крони, а дефоліація понад 25% свідчить про пошкодження дерев. Оцінюють чинники пошкодження [15] та зімкнутість крон [16]. В Україні розроблено та запроваджено гармонізовану методику, яка рекомендована до використання Науково-технічною радою Держкомлісгоспу України [17]. Незважаючи на те, що мережа моніторингу лісів I рівня є доволі представницькою, було проведено лише частину переліку спостережень, які не потребують застосування дорогого польового обладнання та затратних лабораторних робіт (рис. 5.3). Тому склад робіт, що проводився на ділянках моніторингу I рівня, не повною мірою відповідав вимогам як національного законодавства, так і міжнародним зобов'язанням України щодо моніторингу лісів.

ділянок моніторингу лісів I рівня є більш щільною, то оптимізація передбачає зменшення кількості та розміру таких ділянок. Подальше формування системи має передбачати оптимізацію мережі ділянок моніторингу лісів, розширення переліку показників, що визначаються на ділянках моніторингу лісів I (екстенсивного) рівня відповідно до вимог UN-ECE ICP Forests.

5.2.4 Громадський моніторинг біорізноманіття

Крім наведених державних програм моніторингу в Україні в даний час реалізуються або в минулому функціонували програми, які виконуються на волонтерських засадах або за підтримки міжнародних фондів. Переважно виконавцями або координаторами таких моніторингових програми найчастіше є науковці, які залучаються громадськими організаціями. Проте такі програми не мають сталого характеру і значною мірою залежать від наявності джерел фінансування [2].

Проте роль громадського моніторингу, як складової «citizen science», є надзвичайно великою, оскільки жодна державна програма не може забезпечити такого широкого залучення фахівців та охоплення території. Більш того, на відміну від моніторингу атмосфери, гідросфери чи земель, практично всі дослідження біорізноманіття розпочиналися як ініціатива окремих науковців, наукових фондів та громадських об'єднань. Саме участь широкої громадськості в таких дослідженнях привернула увагу держав до проблем збереження біорізноманіття.

Залучення зацікавленої громадськості до моніторингу біорізноманіття важливе з низки причин:

- проведення обліків тварин та рослин, не може бути автоматизованим і вимагає участі великої кількості людей;
- час і зусилля, які витрачаються на моніторинг видів мають високу вартість, яку держава не здатна профінансувати в повному обсязі;
- стимулювання залучення громадськості означає підвищення громадської обізнаності і свідомої підтримки збереження біорізноманіття.

Birdwatching – спостереження за птахами, бердвотчінг. Мабуть одна з найбільш давніх програм громадського моніторингу біорізноманіття птахів, яка своїм початком сягає початку 19 сторіччя і розпочалася у Великобританії під час вікторіанської епохи. Спостереження здійснюють birders (бірдери) – аматори-птахівники, які часто є професійними орнітологами. Це дуже численна група людей, для яких спостереження за птахами є хобі та відпочинком на природі. Проте, з середини 20-го сторіччя вони почали залучатися до обліків птахів, участі у переписах популяцій птахів, дослідженні їх міграцій. Ці орнітологи також можуть підраховувати всіх птахів у певній місцевості, або слідувати ретельно розробленим протоколам дослідження. Такий вид громадської науки допомагає виявляти екологічні загрози для благополуччя птахів або оцінювати результати ініціатив з управління навколишнім середовищем, спрямованих на забезпечення виживання видів, які знаходяться під загрозою. Діяльність бірдерів координує низка фондів та наукових установ. Центральною організацією у Європі є Британський фонд орнітології, який почав формувати мережу орнітологів наприкінці 1930-х років ([British Trust for Ornithology](http://britishtrustforornithology.org) (BTO)). У США такою організацією виступає Американський союз орнітологів ([American Ornithologists' Union](http://americanornithologists.org) (AOU)) та Корнельська лабораторія орнітології. Глобальну координацію здійснює BirdLife International (Великобританія), яка відповідає за складання офіційного червоного списку птахів для МСОП. В Україні партнером виступає національна громадська організація Українське товариство охорони птахів (УТОП <http://birdlife.org.ua/>), заснована у 1994 р.

Для популяризації спостережень за птахами запроваджено низку конкурсів та щорічних акцій, таких як:

- Великий день (Big Day): у команд є 24 години, щоб визначити якомога більше видів;
- Великий рік ([Big Year](#)): неформальне змагання між бірдерами, щоб визначити, хто зможе ідентифікувати побачивши чи почувши найбільшу кількість видів птахів за один календарний рік у межах певного географічного регіону;
- Big Sit або Big Stay: ординатори повинні бачити птахів з кола встановленого діаметру (наприклад: 17 футів);
- Різдвяний облік птахів (Christmas Bird Count (CBC): проводиться щорічно з 1900 року. Під час 113-го підрахунку (зима 2012–2013 pp.) в обліку взяли участь 71531 особа у 2 369 локаціях.

Діяльність ГО «Українська природоохоронна група»

З 2007 р. реалізується програма Підтримка залучення громадськості до розбудови системи моніторингу біорізноманіття в Україні (<https://uncg.org.ua/projects/zaluchennya-gromadskosti/>). Дослідження охоплювали всю територію України та фокусувалися на 4 модельних видах – білий лелеці (*Ciconia ciconia*), жуку олень (*Lucanus cervus*), метелику махаон (*Papilio machaon*) та лілії лісовій (*Lilium martagon*). Всі ці види, окрім білого лелеки, занесені до Червоної книги України. Разом з тим, вони не є дуже рідкісними і їх легко розпізнати у природі. Для кожного з цих видів були підготовлені кольорові буклети, які розповсюджувались по всій країні разом із анкетами, які мали заповнити учасники моніторингу. Була отримана інформація про 721 місце знахідки 3 рідкісних видів (жук олень - 419, махаон - 279 та лілія лісова - 23). Інформація була отримана від 72 організацій, включаючи школи та неурядові організації. Також була отримана інформація від 18 (70%) адміністративних установ вищого рівня. Схожі результати були отримані для білого лелеки. В цілому завдяки експедиціям та анкетуванню було обліковано 1634 гнізда у 21 області.

Онлайн-платформа iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>) – соціальна мережа натуралістів, громадських вчених та біологів, побудована на концепції краудсорсингу шляхом картування і обміну спостереженнями біорізноманіття по всьому світу. Платформа доступна через веб-сайт, мобільний додаток або через партнерські організації, такі як веб-сайт Глобального інформаційного фонду з біорізноманіття (GBIF). Проект iNaturalist розпочався у 2008 році як випускна магістерська робота Нейта Агрін, Джесіки Клін і Кен-ічі Уеда в Школі інформації Університету Каліфорнії (Берклі). Станом на 2021 рік користувачі iNaturalist внесли до бази даних близько 66 мільйонів спостережень про рослини, тварини, гриби та інші організми по всьому світу. У 2011 році iNaturalist був використаний як платформа для проведення Global Amphibian і Global Reptile BioBlitzes, в якій були використані спостереження, щоб допомогти відстежувати поширення рептилій і видів земноводних у світі [18]. Служба національних парків США співпрацювала з iNaturalist для запису спостережень з Національних парків BioBlitz 2016 року.

Станом на січень 2022 року у наукових виданнях було опубліковано понад 2000 результатів досліджень, які посилаються на спостереження iNaturalist, розміщені в Глобальному інформаційному фонді біорізноманіття (GBIF). Більшість результатів досліджень – це статті у наукових журналах, пов'язані з екологією, збереженням біорізноманіття та зміною клімату. Наприклад, у 2015 році дані iNaturalist були використані, щоб показати, що ареал голозяберного моллюску *Okenia rosacea* розширюється на північ Тихого океану [19]. Інші статті присвячені опису нових видів або повторному відкриттю видів, які раніше вважалися вимерлими. Наприклад, вид равлика *Muxostoma petiverianum*, вперше описаний у 1700-х роках, також був знову відкритий у В'єтнамі [20]. Крім того, у 2013 році вчений з Колумбії завантажив фотографію отруйної жаби-дротика, яка виявилася новим видом, який тепер відомим як *Andinobates cassidyhornae* [21].

5.3 Пропонована структура системи моніторингу біорізноманіття в Україні

Як можна було бачити, в Україні станом на 2022 р. відсутня єдина система державного моніторингу біорізноманіття. Проте фондом ВВІ-МАТРА в рамках Management Programme for International Biodiversity було розроблено концепцію розбудови системи моніторингу біорізноманіття в Україні. Згідно цієї концепції реалізація програми моніторингу передбачає два етапи:

I. Перший етап – 10 років [2]. Визначення об'єктів моніторингу. Виділено три групи таких об'єктів:

1) популяції окремих пріоритетних маркерних/індикаторних видів. Такими видами можуть виступити:

- види, занесені до Червоної книги України, міжнародних «червоних» списків, додатків міжнародних угод, стороною яких є Україна (Боннська конвенція, Бернська конвенція, АЕWA, ACCOBAMS, EURO-BATS тощо);

- види, що є об'єктом легального та нелегального комерційного використання. Зокрема, промислові види риб, мисливські види тварин, лікарські види рослин і тварин;

- види-індикатори змін стану біорізноманіття (наприклад, звичайні види птахів в агроекосистемах, лісових екосистемах тощо);

- види, які вважаються небажаними у сільському господарстві;

- види, які є переносниками трансмісивних захворювань;

- інвазійні види-вселенці.

2) рослинні угруповання. До пріоритетних фітоценозів слід включити рослинні угруповання «Зеленої книги України»;

3) екосистеми. Для визначення пріоритетних екосистем України необхідно використовувати Національний каталог біотопів України 2018 року, що охоплює 271 територію різного статусу [22]. Проте на даний час відсутнє чітке окреслення критеріїв визначення пріоритетності екосистем.

Законодавче забезпечення програми. Для впровадження програми необхідно розробити систему законодавчих актів як загальнодержавного, так і галузевого рівнів, які створять юридичне підґрунтя для функціонування такої програми.

Методичне забезпечення програми. Зважаючи на європейський вектор розвитку України та наявність сформованих програм європейських країн, державна система моніторингу біорізноманіття має бути гармонізованою з існуючими загальноєвропейськими. Лише у такому випадку отримана інформація буде мати цінність. Для цього необхідно впровадити в наукову практику методи обліку та дослідження стану відповідних об'єктів моніторингу, застосування узгоджених індикаторних показників. Також необхідно створення міждержавної інформаційної онлайн-платформи, яка забезпечить вільний доступ та обмін інформацією, її накопичення та аналіз.

Мережа спостережень. Незважаючи на недосконалість природоохоронної мережі України, програма державного моніторингу біорізноманіття буде базуватися на її складових – об'єктах природно-заповідного фонду та їх програмах моніторингу. Основною проблемою функціонування мережі спостережень за станом біорізноманіття є відсутність або нерівномірність розподілу кваліфікованих кадрів. Тому важливою складовою формування державної системи моніторингу біорізноманіття є підготовка виконавців шляхом їх навчання.

II. Другий етап. Запровадження системи набору упорядкованих індикаторів стану біорізноманіття відповідно до Streamlining European biodiversity indicators (SEBI <https://biodiversity.europa.eu/track/streamlined-european-biodiversity-indicators>), що є надійним джерелом інформації на європейському рівні для оцінки стану біорізноманіття [23]. Такими індикаторами є 14 показників (станом на 2022 р. використання 5 показників скасовано), що характеризують стан популяцій окремих видів та екосистем:

SEBI 001. Чисельність та поширення окремих європейських видів. Цей індикатор станом на 2022 р. включає інформацію про чисельність та поширення

звичайних видів птахів та лучних метеликів (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/abundance-and-distribution-of-selected-species-8/assessment-1>). Птахи і метелики чутливі до змін навколишнього середовища. Чисельність їх популяцій відображає загальні зміни в екосистемах, а також інших популяцій тварин і рослин. Стан популяцій птахів і метеликів був предметом довгострокового моніторингу в Європі в основному завдяки зусиллям волонтерів.

Довгострокові тенденції (понад 25 років), виявлені програмою моніторингу звичайних птахів, зокрема птахів сільськогосподарських угідь, показують значне зниження без ознак відновлення. У період з 1990 по 2017 рік популяційний індекс звичайних птахів (розраховується у % від їх чисельності у 1990 р.) знизився на 8 % у 25 державах-членах ЄС та Великобританії. Індекс звичайних лісових птахів не показав такого зниження (рис. 5.5).

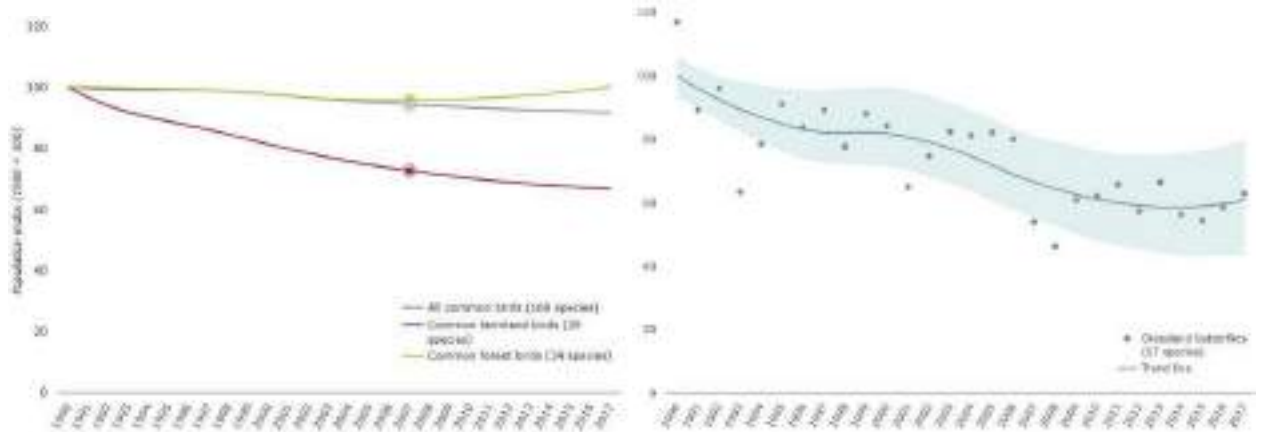


Рис. 5.5 Динаміка чисельності звичайних видів птахів та метеликів на території країн ЄС та Великобританії

Дані для показника чисельність лучних метеликів надаються Європейською програмою моніторингу метеликів (eBMS <https://butterfly-monitoring.net/>) та проекту «Оцінка метеликів у Європі» (ABLE <https://butterfly-monitoring.net/able>). Облік метеликів проводиться методом трансект [24]. Дані для чисельності птахів надаються European Bird Census Council (EBCC <https://www.ebcc.info/>) в рамках програми моніторингу PanEuropean Common Bird Monitoring Scheme (PECBMS <https://pecbms.info/>) за популяціями 168 видів у 29 країнах, що проводиться протягом 1980-2022 рр.

SEBI 003. Види, що представляють інтерес для Європи

Директивою № 92/43/ЄС Про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори (в Україні відома як «Оселищна директива») передбачає охорону оселищ 1389 видів тварин і рослин, що становлять інтерес для ЄС, включаючи зникаючі, вразливі, рідкісні та ендемічні види або види, які потребують особливої уваги. Держави-члени ЄС звітують про стан збереження та тенденції популяцій цих видів кожні 6 років. За останній період 2013-2018 рр. лише 27 % оцінок видів відповідають критеріям доброго природоохоронного статусу і 63 % вказують на несприятливий природоохоронний статус: 42 % поганий і 21 % дуже поганий. Тенденції вказують на те, що лише 6 % видів із несприятливим статусом збереження демонструють покращення, тоді як 35 % продовжують погіршуватися на території ЄС. В цілому ЄС не досяг своєї мети до 2020 року щодо покращення стану збереження видів і місць існування, що охороняються.

SEBI 004. Зміни площі екосистем

Згідно класифікації Європейської комісії виділено 10 типів екосистем, за динамікою зміни площ яких здійснюється постійний моніторинг методами картографування [25]. З 1990 року основним процесом зміни площі екосистеми була стрімка урбанізація, що протягом 5 років збільшила площу на понад 2600 км². Площа річок та озер також продовжувала збільшуватися в період з 2012 по 2018 рік, в основному

через збільшення водойм та інших штучних водних об'єктів, хоча на набагато меншу кількість, ніж міські землі (рис. 5.6).

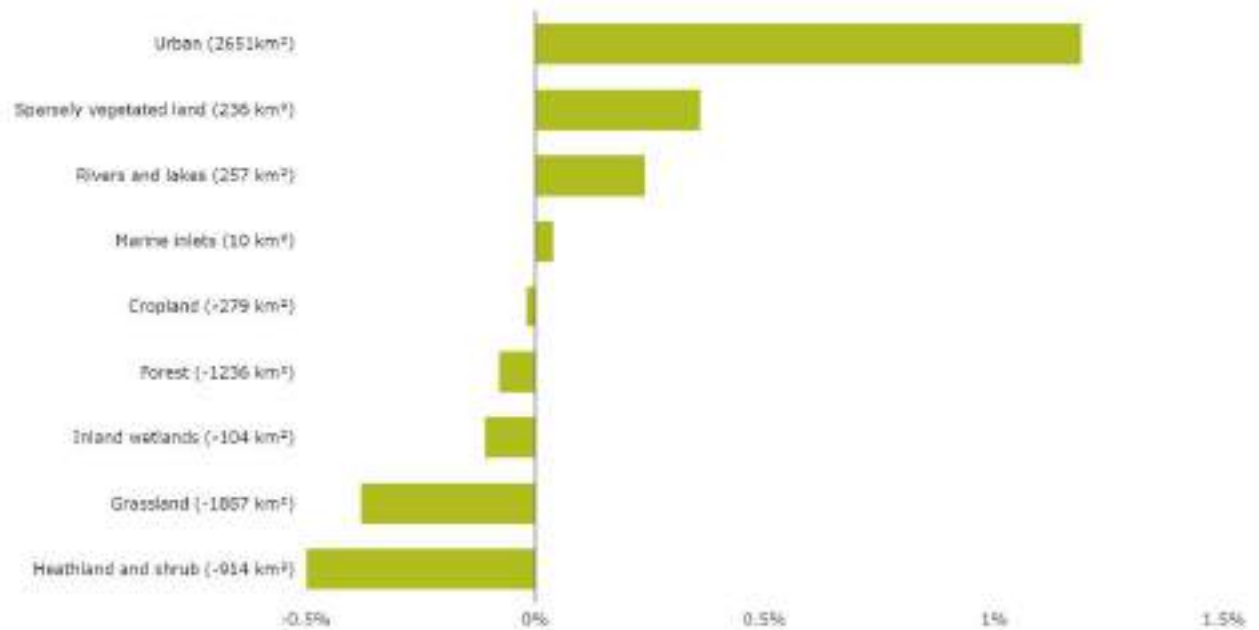


Рис. 5.6 Динаміка змін площі окремих типів екосистем на території Європейського Союзу та Великобританії (2012-2018 рр.)

Водночас розміри сільськогосподарських екосистем продовжували зменшуватися. Більшість цих змін була викликана урбанізацією шляхом переведення малопродуктивних сільськогосподарських угідь, включаючи напівприродні луки та сільськогосподарські мозаїки до статусу міських земель. Ці екосистеми є дуже важливими для збереження біорізноманіття. Дуже незначне чисте зменшення спостерігалось в покритті лісі. Інша вразлива екосистема — землі з рідкою рослинністю (дюни, пляжі, піщані рівнини, льодовики та голі породи), показали зростання, що може бути ознакою запустелювання.

SEBI 005. Статус охоронюваних оселищ

Оселищна директива визначає 233 охоронювані природні та напівприродні типи середовищ існування, які знаходяться під загрозою зникнення, мають невеликий ареал або є видатними прикладами біогеографічних регіонів. Директива визначає вимоги щодо їх охорони та сталого використання. Держави-члени ЄС звітують про стан збереження та тенденції в цільових місцях існування кожні 6 років.

З 818 оцінок стану збереження біотопів за період 2013-2018 рр. лише 15 % оселищ мають добрий природоохоронний статус, 81 % має несприятливий природоохоронний статус: 45 % – поганий і 36 % – дуже поганий. З огляду на несприятливі тенденції природоохоронного статусу, лише 9 % оселищ демонструють покращення, тоді як 36 % продовжують погіршуватися в масштабах ЄС [26]. З груп біотопів, про які повідомлялося, понад 50 % оселищ дюн і боліт мають поганий природоохоронний статус, за ними слідує луки – 49 %. Ці середовища існування також мають найвищу частку тенденцій погіршення (кожне понад 50 %). У той час як лісові середовища існування демонструють найвищу частку тенденцій покращення (13 %).

SEBI 007. Стан заповідних територій

Площа та кількість наземних заповідних територій у Європі з часом неухильно зростали, причому найбільше зростання за останні десятиліття (рис. 5.7). У 2020 році заповідні території охоплювали 26% території ЄС, з них 18% були визначені як об'єкти Natura 2000, а 8% – відповідають іншим національним категоріям.

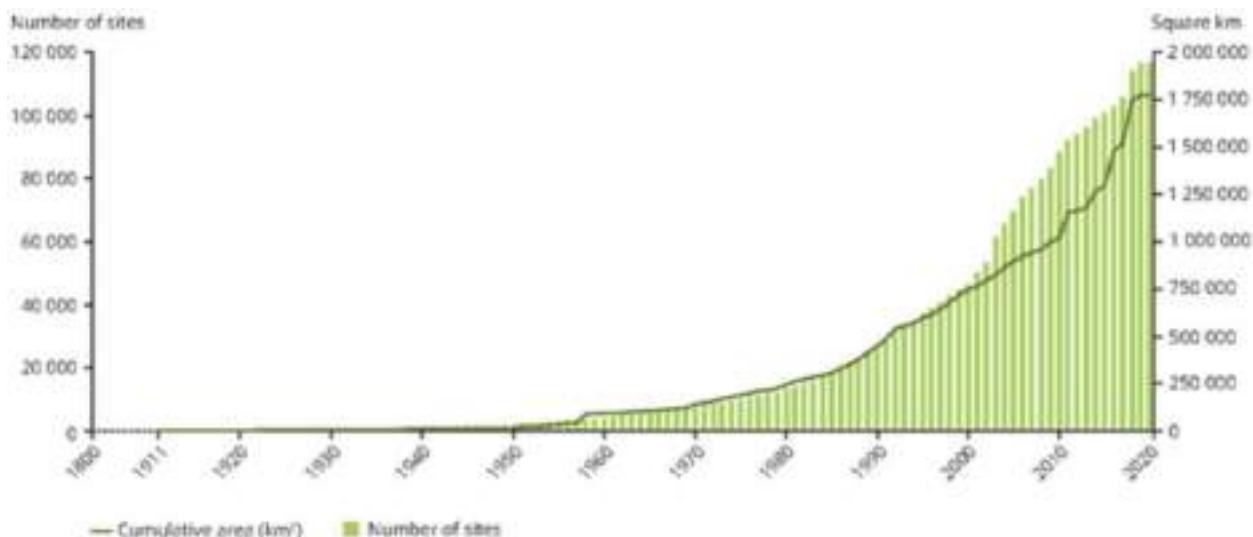


Рис. 5.7 Динаміка зміни площі та кількості заповідних територій в країнах ЄС та Великобританії

Дві найважливіші європейські мережі охоронюваних територій – це Natura 2000 у країнах-членах ЄС та Смарагдова мережа за межами ЄС, створені відповідно до Бернської конвенції. Подальше розширення наземних заповідних територій буде необхідним для досягнення мети законодавчого захисту мінімум 30% земель ЄС, що визначено в Стратегії ЄС щодо збереження біорізноманіття до 2030 року. Визначення заповідних територій саме по собі не є гарантією захисту біорізноманіття. Управління об'єктами є вирішальним фактором у досягненні цілей збереження.

SEBI 008. Об'єкти Natura 2000

З моменту прийняття Оселищної директиви у 1992 році та створення мережі Natura 2000 загальна площа мережі в країнах-членах ЄС постійно збільшувалася (рис. 5.8). У 2019 році мережа охоплювала територію 1358125 км², охоплюючи дев'ять біогеографічних регіонів.

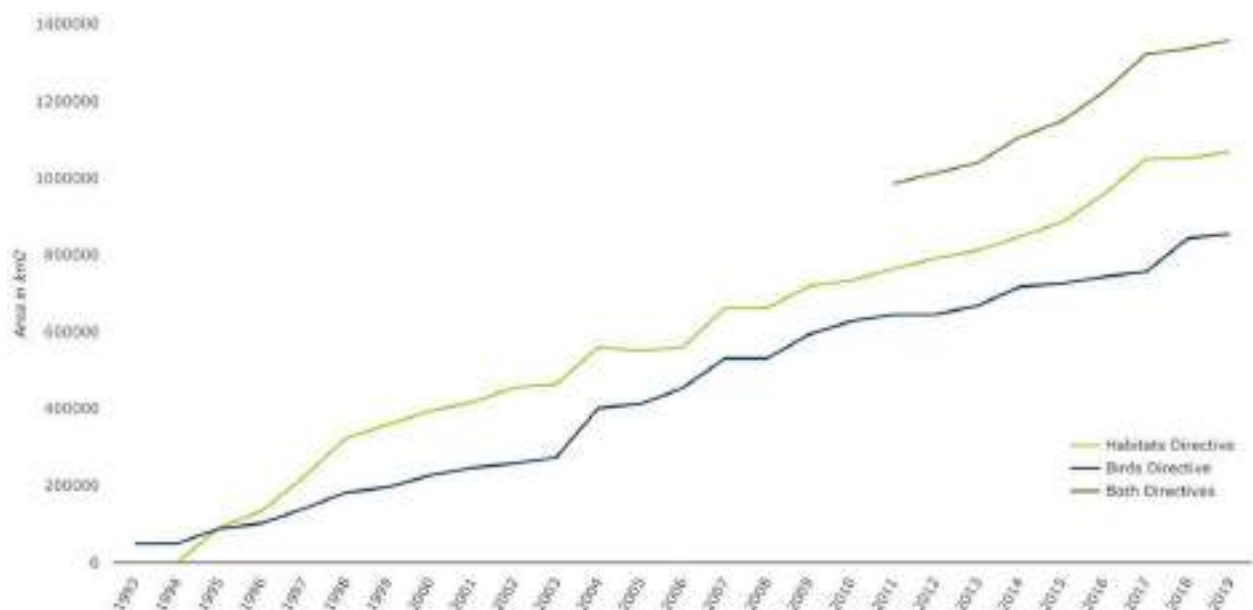


Рис. 5.8. Площа об'єктів Natura 2000, визначених відповідно до Директив ЄС Про середовище проживання та птахів. Об'єкти визначені як Директивою про середовище проживання, так і Директивою про птахів об'єднано з 2011 року

Програма Natura 2000 стимулювала значне збільшення території, яка охороняється в Європі, і в 2019 році мережа охоплювала 18% загальної території 27 країн-членів ЄС і Великобританії, що складає близько 28 000 об'єктів. Це вище глобальної цілі щодо Стратегії збереження біорізноманіття, яка мала на меті зберегти щонайменше 17% територій суші та внутрішніх вод до 2020 року.

Програма Natura 2000 має низку переваг, зокрема спільна методологія та критерії, прийняті в ЄС для створення об'єктів, забезпечують кращу екологічну узгодженість, ніж формування незалежних національних природоохоронних мереж. Це корисно, наприклад, для мігруючих видів і полегшує визначення місць, які перетинають національні кордони. Також важливою особливістю є те, що об'єкти Natura 2000 не обов'язково є незайманими територіями, позбавленими впливу людини. Їхня мета – не виключати економічну діяльність, а зберігати традиційний тип господарювання. Фактично, близько 40 % їхньої загальної площі займають сільськогосподарські угіддя, а ліси становлять майже 50 %. Цей підхід заохочує до сталого управління. Тому управління об'єктами є вирішальним фактором у досягненні цілей збереження.

SEBI 011. Вплив зміни клімату на популяції птахів

Індикатор кліматичного впливу (СІ) вимірює розбіжність між тенденціями популяції видів птахів, які, за прогнозами, розширять свій ареал, і тими, які, за прогнозами, скоротять свій ареал через кліматичні зміни. Показник базується на комбінації моаніторингу тенденцій популяцій 122 поширених видів птахів у 20 європейських країнах протягом 26 років, і прогнозованого потенційного скорочення або розширення розміру ареалу для кожного з цих видів в останній частині цього століття (рис. 5.9).

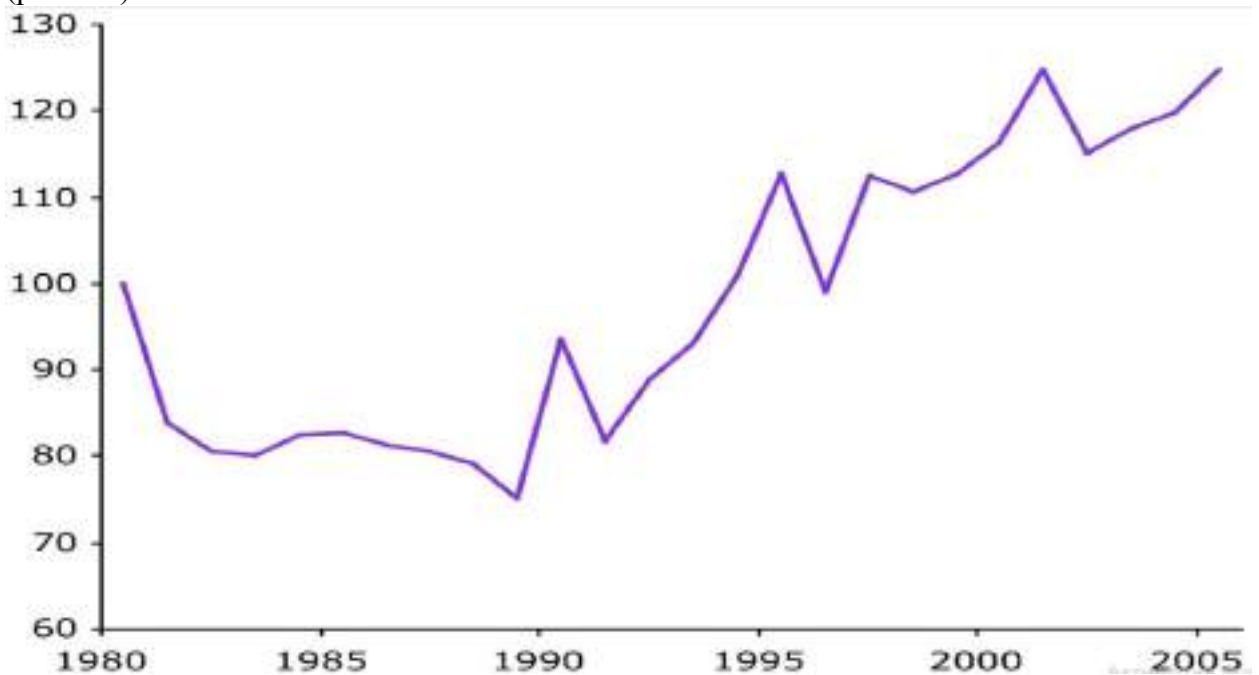


Рис. 5.9 Величина індикатора кліматичного впливу ІСІ на популяції птахів території країн ЄС та Великобританії

Індикатор кліматичного впливу ІСІ знизився у 1980-х роках, відображаючи вплив холодних зимових погодних явищ протягом цього періоду (особливо у 1980 та 1985 роках, коли такі події значно підвищили смертність дрібних птахів) у поєднанні з іншими факторами, такими як зміна землекористування та інтенсифікація сільського господарства. Індикатор не показує жодного сигналу про потепління клімату приблизно до 1986 року. Стабільні температури на початку 1980-х років представляють кінець

періоду стабільної середньорічної температури в Європі, який почався приблизно в 1950 році.

Однак з кінця 1980-х років ІСІ показує вплив кліматичного потепління на популяції птахів, і на сьогоднішній день вплив має лінійний характер. Кількість видів птахів, чії популяції зазнають негативного впливу кліматичних змін, утричі більша, ніж ті, на які спостерігається позитивний вплив потепління клімату. ІСІ швидко зріс за останні двадцять років, що збігається з періодом, визнаним кліматологами часом швидкого потепління клімату, що спостерігається в Європі.

SEBI 017. Ліс: запас, природи та рубки

Співвідношення лісових рубок до приросту для більшості країн Європи є відносно стабільним і становить близько 80 %. Такий рівень використання дозволив лісовому фонду Європи продовжувати збільшуватися. Середній запас в європейських лісах становить 163 м³/га. Хоча цей показник суттєво різниться між країнами, високі індивідуальні значення можуть бути в основному пов'язані з екологічними умовами, які сприяють росту дерев, захисту лісових територій та, локально, труднощам лісозаготівлі. В результаті кількість вирубаного деревини є меншою, ніж висаджена та додана в результаті приросту. Проте очікується, що співвідношення рубок до приросту в найближчі роки зросте. Це пов'язано з очікуваним збільшенням попиту на деревну біомасу як відновлюване джерело енергії.

SEBI 018. Ліс: сухостій

Відмерла деревина є проміжним індикатором стану біорізноманіття, оскільки воно є середовищем проживання широкого спектру організмів, включаючи хребетних, безхребетних, лишайників, мохоподібних та грибів. Розкладання сухостійної деревини відіграє ключову роль у переробці поживних речовин та органічних речовин, а також у створенні середовища існування для рослин і безхребетних, зокрема видів комах та інших організмів. Запаси сухостійного лісу можна відносно легко виміряти. Таким чином, кількість сухостійної деревини є хорошим показником цінності лісу для біорізноманіття.

Починаючи з 2000 року у кількох країнах спостерігається загальне збільшення сухостійної деревини, що є ознакою більш сприятливих для біорізноманіття методів управління, але також можуть бути наслідком стихійних лих, таких як шторми.

Кількість сухостійної деревини в лісах Європи значно скоротилася з середини 19 століття через інтенсивну експлуатацію лісу та спалювання мертвої деревини. Однак з 2000 року спостерігається невеликий ріст цього показника (рис. 5.10).

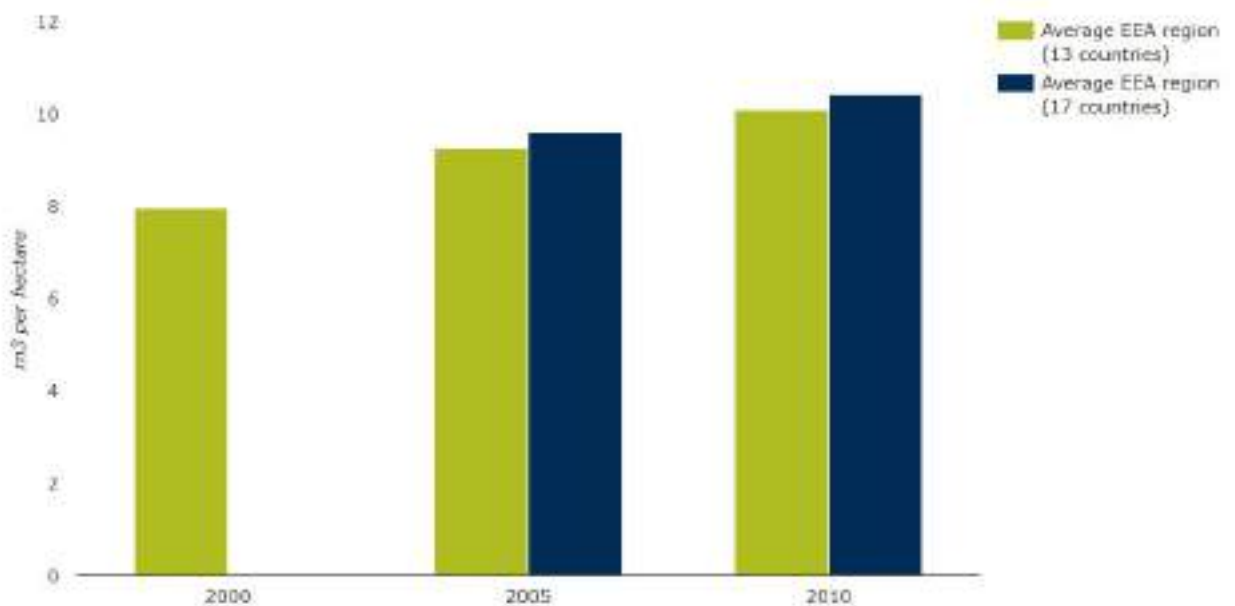


Рис. 5.10 Середній обсяг сухостійної деревини в лісах у кількох країнах ЄС

Можна бачити, що запропонована система моніторингу біорізноманіття України включає всі існуючі державні програми – Літопису природи, Обліку мисливських видів, моніторингу лісів. Тому запровадження такої програми буде мати сталі підґрунтя і є цілком реальною перспективою для запровадження в Україні найближчими роками.

Контрольні питання до розділу

1. Моніторинг біорізноманіття як складова державного моніторингу вод.
2. Складові моніторингу біорізноманіття.
3. Суб'єкти програми Літопис природи.
4. На яких ділянках проводяться спостереження за програмою Літопис природи?
5. Вимоги до організації постійних пробних площадок.
6. Вимоги до організації профілів та трансепт.
7. Недоліки програми Літопис природи як програми моніторингу біорізноманіття.
8. Програма обліку мисливських тварин як елемент моніторингу біорізноманіття.
9. Основні методи обліку мисливських тварин.
10. Зміст програми моніторингу лісів.
11. Державний лісовий кадастр.
12. Зміст та завдання Національної інвентаризації лісів.
13. Європейська мережа моніторингу лісів UN-ECE ICP Forests.
14. Загальна концепція системи державного моніторингу лісів України.
15. Роль громадського моніторингу біорізноманіття.
16. Основні програми громадського моніторингу біорізноманіття
17. Зміст концепції розбудови системи моніторингу біорізноманіття в Україні.
18. Індикатори стану біорізноманіття відповідно до SEBI.

Література до розділу

1. Додаток XXX до глави 6 «Навколишнє природне середовище» Угоди про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Доступ: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/ugoda-pro-asociaciyu/30_Annex.pdf
2. Костюшин В.А., Губар С.І., Домашлінець В.Г. Стратегія розвитку моніторингу біологічного різноманіття в Україні. – Київ. 2009. — 60 с. Доступ: <https://uncg.org.ua/wp-content/strategy.pdf>
3. Костюшин В. А., Андрієнко Т.Л., Мельничук В. П. Огляд програм моніторингу біорізноманіття в Україні. Київ : Нац. екол. центр України, 2008. - 80 с. Доступ: <https://uncg.org.ua/projects/zaluchennya-gromadskosti/>
4. Програма Літопису природи для заповідників та національних природних парків. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 25.11.2002 р. № 465/430 Доступ https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v465_737-02#Text
5. Стратегія біорізноманіття ЄС до 2030 року: Повернення природи у наше життя. Звернення Комісії до Європейського Парламенту, Ради, Європейського Економічно-Соціального Комітету та Комітету Регіонів (неофіційний адаптований переклад українською) / пер. з англ. О. Осипенко; ред. та адапт. А. Куземко та ін. — Чернівці : Друк Арт, 2020. — 36 с.
6. Чорний М.Г., Шевчик В.Л., Грищенко В.М. (2003): Програма чи методичний посібник? - Запов. справа в Україні. 9 (1): 90-92.
7. Чорний, М. Г. Особливості наукової діяльності на природно-заповідних територіях України. Науково-методичний посібник. – Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», Київ, 2009. – С. 1–98.

8. Москаленко Ю.О. Програма Літопису природи заповідників і національних природних парків України - що з нею не так?. Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні / Серія: «Conservation Biology in Ukraine». – 2020. – Вип. 16, Т. 3. – С. 91–106.
9. Lengyel, S., Déri, E., Varga, Z., Horváth, R., Tóthmérész, B., Henry, P.-Y., Kobler, A., Kutnar, L., Babij, V., Seliškar, A., Christia, C., Papastergiadou, E., Gruber, B., & Henle, K. Habitat monitoring in Europe: a description of current practices // *Biodiversity and Conservation*, 2008. – No17 (14). – Pp.3327–3339
10. Ellwanger, G., Runge, S., Wagner, M., Ackermann, W., Neukirchen, M., Frederking, W., Müller, C., Ssymank, A., & Sukopp, U. Current status of habitat monitoring in the European Union according to Article 17 of the Habitats Directive, with an emphasis on habitat structure and functions and on Germany // *Nature Conservation*, 2018. – No29. – Pp. 57–78.
11. Про затвердження Порядку ведення державного лісового кадастру та обліку лісів. Постанова КМУ від 20.06.2007 р. №848. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-2007-%D0%BF#Text>
12. Про затвердження Порядку проведення національної інвентаризації лісів та внесення зміни у додаток до Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних. Постанова КМУ від 21.04.2021 р. №392. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392-2021-%D0%BF#Text>
13. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С. Рекомендації щодо розбудови державної системи моніторингу лісів України. Харків, УкрНДЦЛГА, 2019. – 35 с. Доступ: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t14-rekomendation-monitoring.pdf>
14. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Basic Design Principles for the ICP Forests Monitoring Networks. Thünen Institute of Forest Ecosystems Germany Last update 11/2021. Доступ: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
15. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents Thünen Institute of Forest Ecosystems, Germany. Last update 11/2021. Доступ: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
16. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Canopy Leaf Area. Institute of Forest Ecosystems, Germany. Last update 01/2020. Доступ: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
17. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Букша М.І., Яроцький В.Ю. Методичні матеріали щодо проведення моніторингу лісів I рівня та забезпечення його якості. / Схвалено Вченою радою УкрНДЦЛГА Протокол №8 від 8 липня 2011 р. Затв. Науково-технічною радою Держлісагентства України (протокол № 3 від 20.04.2018 р.) Харків, 2011. 40 с.
18. Holtz D.L. Reptile, amphibian BioBlitzes tap social media. San Francisco Chronicle. October 10, 2011. Доступ: <https://www.sfgate.com/science/article/Reptile-amphibian-BioBlitzes-tap-social-media-2328097.php>
19. Landhuis E. Bright Pink Sea Slugs Invading New Habitats Due to Global Warming? National Geographic. (2015-02-06). Доступ: <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/150206-global-warming-sea-slugs-animals-ocean-science-california>
20. Gaworecki M. Citizen science leads to snail rediscovery in Vietnam. Mongabay Environmental News. 2016-07-08. Доступ <https://news.mongabay.com/2016/07/citizen-science-leads-to-snail-rediscovery-in-vietnam/#:~:text=Scientists%20have%20rediscovered%20a%20snail,on%20a%20citizen%20science%20website.&text=of%20Southeast%20Asia.->

,Jun%20had%20identified%20one%20of%20the%20species%20captured%20on%20film,in%20over%20a%20hundred%20years.

21. Amézquita A., Márquez R. Medina R. Mejía-Vargas D. Kahn T. R. Suárez G. Mazariegos L. A new species of Andean poison frog, *Andinobates* (Anura: Dendrobatidae), from the northwestern Andes of Colombia. *Zootaxa*. 2013 3620 (1) P. 163–178. doi:10.11646/zootaxa.3620.1.8.

22. Національний каталог біотопів України. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. – К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. – 442 с.

23. Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. EEA Technical report No 11/2012. – 50 p. Доступ: <https://www.eea.europa.eu/publications/streamlining-european-biodiversity-indicators-2020/download>

24. Pollard E., Yates T.J. *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation*. Springer Netherlands. 1993. – 274 p.

25. Mapping and assessment of ecosystems and their services: An EU ecosystem assessment, JRC Science for Policy Report, European Commission. EC, 2020,

26. State of nature in the EU Results from reporting under the nature directives 2013-2018 EEA Report No 10/2020. – 146 p.