

Іван Ковальчук
Людмила Курганевич
Ірина Ковальчук

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ
МОНІТОРИНГ.
Частина 1.
МОНІТОРИНГ ВОДНИХ
ОБ'ЄКТІВ

Київ – 2025

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Іван Ковальчук
Людмила Курганевич
Ірина Ковальчук

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ
Частина 1.
МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ
Навчальний посібник

Київ - 2025

УДК 502.175:556(075.8)

К-56

Рецензенти:

доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри гідрології та
гідроекології В.В. Гребінь

(Київський національний університет імені Тараса Шевченка)

доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри геоекології та
методики навчання екологічних дисциплін Л.П.Царик

(Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира
Гнатюка)

докторка географічних наук, професорка, завідувачка кафедри геоморфології та
палеогеографії Л.Ф. Дубіс

(Львівський національний університет імені Івана Франка)

Рекомендовано до друку Вченою Радою Національного університету
біоресурсів і природокористування України
Протокол № ... від 2025 р.

Ковальчук І.П., Курганевич Л.П., Ковальчук І.В.

К-56 Геоекологічний моніторинг: частина 1. Моніторинг водних об'єктів :
навчальний посібник. Київ : Компринт, 2025. 295 с.

У першій частині навчального посібника «Геоекологічний моніторинг» сформульовано наукові засади, обґрунтовано концепцію моніторингу водних об'єктів і програму його реалізації, відображено сутність головних складових - геоекологічних досліджень, екологічного нормування, екологічного прогнозування, а також методичного і метрологічного забезпечення моніторингу водних об'єктів. Визначено коло проблем, які зустрічаються при реалізації моніторингових досліджень поверхневих і підземних вод та водних екосистем, накреслено шляхи їх вирішення.

Посібник рекомендується для студентів географічних, геологічних, біологічних, екологічних та землевпорядних спеціальностей ЗВО III-IV рівня акредитації, викладачів, практичних працівників сфери охорони навколишнього природного середовища, громадських організацій екологічного спрямування, усіх, хто цікавиться гідроекологічними проблемами та моніторингом водних об'єктів.

ISBN

© Ковальчук І.П., Курганевич Л.П., Ковальчук І.В., 2025

ПЕРЕДМОВА

Одним із першочергових завдань сучасного етапу розвитку людства є забезпечення раціонального використання природних ресурсів, зокрема водних.

Різке збільшення масштабів експлуатації поверхневих і підземних вод у другій половині ХХ та на початку ХХІ століття, масові явища деградації малих річок, зменшення їхньої водності, забруднення та евтрофікації водосховищ, збільшення нерівномірності стоку (сезонної, багаторічної), кількості катастрофічних паводків та їх екологічних наслідків вимагає постановки комплексних досліджень водних об'єктів. Оптимальною за структурою, змістом і завданнями системою таких досліджень є моніторинг екологічного стану поверхневих і підземних вод, річкових систем, інших водних об'єктів та визначення тенденцій зміни якості водних ресурсів і водних об'єктів під впливом природних та антропогенних чинників, прогнозування їх поведінки в майбутньому та обґрунтування комплексу оптимізаційних заходів. Моніторинг водних об'єктів і ресурсів поділяється на два види: водний і гідроекологічний.

Згідно з Водним Кодексом України (1995), *водним моніторингом* називають систему спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан вод, прогнозування його змін та розробки науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі використання та охорони вод і відтворення водних ресурсів.

З його допомогою вирішуються наступні *завдання*:

- постановка систематичних спостережень за наявністю і станом вод;
- створення та ведення бази інформаційних ресурсів про наявність і гідрохімічний стан водних об'єктів та водних ресурсів;
- виявлення факторів негативного антропогенного впливу на поверхневі і підземні води, а через них на здоров'я населення, організація спостережень за джерелами такого впливу;
- створення моделей існуючого та прогнозованого стану водних ресурсів

- країни як інформаційної бази для прийняття управлінських рішень;
- оцінювання ризиків для безпечного функціонування водних об'єктів;
- обґрунтування рекомендацій, спрямованих на забезпечення збереження вод і раціонального водокористування;
- оцінювання ефективності заходів з охорони і збереження водних ресурсів

Гідроекологічним моніторингом називають систему спостережень за водними об'єктами та сформованими на їх основі екосистемами, джерелами і характером забруднення вод, зміною їх фізичних, хімічних і гідробіологічних показників, поведінкою забруднювальних речовин у водному середовищі, спектром чинників, які впливають на водні екосистеми й об'єкти з метою визначення рівня гідроекологічної напруги, відстежування процесів самоочищення природних вод, розкриття механізмів відновлення потенціалу водних екосистем та розробки ефективних водоохоронних заходів.

Таким чином, система *гідроекологічного моніторингу* спрямована на:

- отримання різнобічної інформації про якість поверхневих і підземних вод та її багаторічну динаміку, визначення тенденцій змін екостанів водних об'єктів;
- підвищення рівня вивчення та якості знань про екостани водних об'єктів;
- підвищення оперативності та якості інформаційного обслуговування водокористувачів даними про екостани водних ресурсів і водних екосистем;
- підвищення якості обґрунтування водоохоронних заходів та ефективності їх запровадження у господарську практику;
- сприяння розвитку міжнародної співпраці у галузі охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та екологічної безпеки;
- недопущення виникнення напружених гідроекологічних ситуацій у державі;
- виявлення і збереження цінних водних і водно-болотних екосистем;

- реалізацію міжнародної співпраці у галузі охорони вод та водних екосистем і забезпечення раціонального використання водних ресурсів;
- вирішення інших локальних, регіональних, загальнодержавних і глобальних проблем водокористування й охорони навколишнього природного середовища.

І водний, і гідроекологічний моніторинг є складовими геоекологічного моніторингу – системи спостережень за екологічним станом компонентів геосистем, річково-басейнових, озерно-басейнових, морських та інших видів геосистем і впливаючих на їхній стан природних та антропогенних чинників і геоекологічних наслідків цього впливу для біоти, людини і суспільства.

Очевидно, що у вирішенні водогосподарських та водноекологічних проблем і пов'язаних з ними проблем землекористування активну участь повинні брати фахівці, які володіють технологіями геоекологічного моніторингу навколишнього середовища загалом та водних об'єктів зокрема. Тому в навчальному плані підготовки таких фахівців передбачено ряд навчальних дисциплін: „Екологія та охорона навколишнього природного середовища”, „Основи гідроекології”, „Основи гідробіології”, „Основи гідрології”, „Гідроекологічний моніторинг”, „Геоекологічний моніторинг”. Пропонований навчальний посібник підготовлено згідно з програмою курсу „Геоекологічний моніторинг”, який читається на факультеті землевпорядкування для студентів бакалавратури, що навчаються за освітньою програмою «Геодезія та землеустрій. Він є частиною, присвяченою питанням моніторингу водної компоненти ландшафту та враховує особливості навчального плану і запити практики.

Необхідність підготовки і видання посібника з моніторингу водних об'єктів зумовлена ще й тим, що в україномовних посібниках і підручниках з екологічного моніторингу лише частково розглядаються питання моніторингу поверхневих і підземних вод, а проблеми екологічного моніторингу водних об'єктів та водних екосистем висвітлені не в повній мірі.

Сподіваємося, що посібник «Геоєкологічний моніторинг. Частина 1. Моніторинг водних об'єктів» буде корисним для студентів географічних, біологічних, геологічних, екологічних та землевпорядних спеціальностей, викладачів, для усіх, хто цікавиться екологічним станом поверхневих і підземних вод, водних екосистем, екологічними проблемами водокористування, моніторингом та охороною природного середовища.

І. П. Ковальчук брав участь у підготовці і здійснював наукове редагування усіх розділів навчального посібника. Л. П. Курганевич брала участь у підготовці розділів 2, 3, 10. І.В. Ковальчук брала участь у підготовці розділів 4, 5, 11.

Автори висловлюють глибоку вдячність рецензентам – д. геогр. н., проф., завідувачу кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка В. В. Гребіню, д. геогр. н., проф., завідувачу кафедри геоєкології та методики навчання екологічних дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка Л. П. Царику, д. геогр. н., проф., завідувачці кафедри геоморфології та палеогеографії Львівського національного університету імені Івана Франка Л. Ф. Дубіс за зауваження і пропозиції, які враховані при підготовці посібника до друку.

Зауваження, поради і побажання щодо змісту навчального посібника можна надсилати за адресою: вул. Васильківська, 17, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 03040.

РОЗДІЛ 1

МОНІТОРИНГ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Різні види життєдіяльності людини і суспільства здійснюються на Землі в межах навколишнього середовища. *Навколишнім середовищем* називають систему взаємопов'язаних природних та антропогенних об'єктів, в яких реалізуються господарська діяльність, проживання і відпочинок людей. Навколишнє середовище включає природні, штучно створені (техногенні) і соціальні, різні за масштабами та призначенням об'єкти і системи, а також чинники, які прямо чи опосередковано здійснюють вплив на життя і діяльність людини, на інші живі організми. Отже, *навколишнє середовище* – це середовище існування і діяльності людини (біоти). Поняття «навколишнє середовище» загальніше, ширше, ніж поняття «навколишнє природне середовище» і «виробниче (техногенне) середовище», які є його складовими.

Чинники навколишнього середовища поділяються на природні і штучні (антропогенні або/і техногенні). Природні чинники представлені спектром різноманітних природних компонентів, процесів і впливів. При цьому терміном «природні» найчастіше позначають сукупність об'єктів і систем навколишнього світу в їх непорушеному діяльністю людини стані, які не є продуктом трудової діяльності людини. Штучні (антропогенні, техногенні) чинники і компоненти виникають у процесі інженерно-господарської, сільськогосподарської, водогосподарської, лісогосподарської, гірничо-промислової, промислової, рекреаційної, будівельної та інших видів діяльності людини.

Природне середовище є важливою складовою частиною навколишнього середовища і включає в себе п'ять головних компонентів – живу речовину (біоту), атмосферу, гідросферу, педосферу і літосферу. Поєднання цих геосфер утворюють (за В. Вернадським) біосферу – складну приповерхневу оболонку Землі, яка включає середовище існування біоти і саму біоту – живу речовину планети. Без водної складової вона не могла б існувати. Тому вивчення стану і масштабів змін біосфери в цілому та її компонентів є важливим завданням

біології, географії, геології та екології. Це завдання в значній мірі реалізується через моніторинг навколишнього середовища (НС) в цілому і навколишнього природного середовища (НПС) зокрема. Поглянемо детальніше на сутність і завдання моніторингу НПС.

1.1. Сутність і завдання моніторингу навколишнього природного середовища

Поняття про моніторинг. Термін моніторинг увійшов у науковий обіг з англійської літератури і походить від слова monitoring – контрольне спостереження (monitor – старший учень, який спостерігає за порядком; монітор – прилад або пристрій для спостереження і постійного контролю за якимось явищем чи об'єктом).

Поняття «моніторинг» розуміють як постійний контроль чогось, проведення постійного спостереження за чимось. Термін «моніторинг» і його похідні все ширше використовуються в різних галузях знань: біології, медицині, географії, геології, екології, економіці, соціології, гідрометеорології, землевпорядкуванні, туризмі і рекреації тощо. Багатоманітність об'єктів спостереження або об'єктів моніторингу призвела до виникнення великої кількості термінів і понять, які характеризують різноманітні види моніторингу.

Запровадження терміну в екологію відбулося на початку 70-х років ХХ століття. У 1971 році термін моніторинг застосували вперше. У 1972 році на Стокгольмській конференції ООН в доповіді Р. Менна використано термін «моніторинг оточуючого середовища». Моніторингом оточуючого середовища запропоновано називати систему повторних спостережень за одним чи кількома елементами оточуючого природного середовища у просторі і часі з наперед визначеною метою та за відповідно складеною програмою.

У тодішньому СРСР вчені також долучилися до розробки проблем, пов'язаних з моніторингом навколишнього природного середовища. Ю. Ізраель, голова Держкомгидромету СРСР, розробив концепцію проведення моніторингу водних ресурсів та атмосфери. Він зробив акцент не тільки на

спостереженні, але й на прогнозуванні, ввівши у визначення терміну «моніторинг оточуючого середовища» антропогенний фактор як основну причину змін стану навколишнього середовища. *Моніторингом навколишнього середовища* він назвав систему спостережень, оцінювання і прогнозування антропогенних змін його стану. З часом моніторинг диференціюється на ґрунтовий моніторинг, моніторинг рослинного покриву, зоомоніторинг, агроекологічний моніторинг, геологічний моніторинг, водний, санітарно-епідеміологічний моніторинг, моніторинг соціальний, політичний тощо.

В 70-80-ті роки ХХ століття, залежно від об'єкту спостережень, появились і такі терміни, як «екосистемний моніторинг» (близький до поняття «екологічний моніторинг»), «моніторинг гідросфери», «ґрунтовий моніторинг», «геомоніторинг». Останній використовується в геолого-географічній літературі і стосується моніторингу компонентів географічної оболонки та її ландшафтів.

В. Мироненко в 1993 р. обґрунтував сутність гідрогеоecологічного, а також державного гідрогеоecологічного моніторингу, об'єктом якого виступають підземні водні ресурси. Згідно з І. Парабучевим (1992), моніторинг будь-яких техногенно-природних процесів є складовою частиною «соціально-екологічного моніторингу». Термін «геофізичний моніторинг» використовується для позначення моніторингу абіотичної компоненти оточуючого середовища та абіотичних чинників (геофізичних полів і процесів).

Постановою КМУ від 13 червня 2024 року № 684 «Порядок функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем» визначено поняття *державної системи моніторингу довкілля* як системи спостережень, збирання, оброблення, аналізу, зберігання інформації та обміну інформацією про стан довкілля, вплив на нього, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень в Україні з метою забезпечення досягнення Цілей сталого розвитку.

Узагальнюючи відомі визначення, можна сказати, що *моніторингом природного середовища* називають систему постійних спостережень за його

станом, нагромадження, аналізу та оцінювання інформації, прогнозування змін довкілля та інформаційного забезпечення раціонального природокористування, які здійснюються за наміченою програмою, з використанням уніфікованих методів і методик для оцінювання якості навколишнього середовища і підтримання оптимальних екологічних умов проживання людини в його межах. Це є система повторних у часі геопросторових спостережень за одним або багатьма компонентами навколишнього середовища та геосистемами, що проводяться з визначеною метою та заздалегідь підготовленим планом з використанням співставлюваних методологій, методик й апаратури для вимірювання екологічних параметрів, збору даних, їх аналізу та узагальнення. Він дозволяє отримувати інформацію, яка стосується нинішнього стану навколишнього середовища і визначати тенденції зміни його характеристик та прогнозувати стан у майбутньому.

Об'єктами моніторингу є компоненти і чинники навколишнього середовища (природні та антропогенні): природні – атмосфера, біосфера, гідросфера, педосфера і літосфера; антропогенні – техносфера і техногенні процеси, суспільство і суспільні відносини, політичні ситуації, соціально-економічні, медико-географічні, санітарно-епідеміологічні та інші умови і чинники.

Предметом моніторингу навколишнього середовища виступають взаємозв'язки, взаємодії, наслідки взаємодій природних і техногенних систем, об'єктів і компонентів, які впливають на геоекологічний стан геосистем.

Метою моніторингу навколишнього середовища є отримання інформації про стан навколишнього середовища, види чинників, які впливають на нього і силу їхнього впливу та наслідки для людини, суспільства і біоти в цілому. Ця інформація є науковою базою для оптимізації відносин людини з природою, забезпечення екологічно-збалансованої господарської діяльності, збереження і відтворення природних ресурсів та природного середовища.

Система моніторингу включає такі його підсистеми:

- ✓ моніторинг атмосферного повітря;

- ✓ моніторинг вод;
- ✓ моніторинг земель і ґрунтів;
- ✓ моніторинг лісів;
- ✓ моніторинг біотичного та ландшафтного різноманіття;
- ✓ моніторинг у сфері управління відходами;
- ✓ моніторинг геологічного середовища;
- ✓ моніторинг впливу фізичних факторів (температура, шум, вібрація, іонізуюче та неіонізуюче випромінювання).

Принципи і завдання моніторингу. Головними *принципами*, на яких повинна базуватися система моніторингу, мають виступати:

- 1) об'єктивності і достовірності первинної аналітичної і прогнозної інформації;
- 2) систематичності спостережень за станом навколишнього природного середовища і техногенними об'єктами та чинниками, що впливають на нього;
- 3) багаторівневості моніторингу (реалізації спостережень на локальному, регіональному, загальнодержавному, глобальному рівнях);
- 4) узгодженості методичного та нормативного забезпечення (здійснення спостережень за єдиною програмою);
- 5) узгодженості технічного і програмного забезпечення;
- 6) комплексності оцінювання екологічної інформації;
- 7) оперативності проходження інформації між окремими ланками системи;
- 8) доступності інформації населенню, дослідникам, зацікавленим службам та організаціям в державі, світовій спільноті.

Головними *завданнями* системи державного моніторингу є:

- 1) організація спостережень за навколишнім природним середовищем держави з метою отримання достовірної інформації про його сучасний стан і тенденції змін під впливом природних та антропогенних чинників;

- 2) аналіз стану навколишнього природного середовища, виявлення небезпек, негативних і позитивних тенденцій і прогнозування його змін;
- 3) забезпечення органів державної виконавчої влади оперативною інформацією про стан навколишнього природного середовища, а також прогнозами і попередженнями про його можливі зміни;
- 4) розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень в галузі охорони природи і раціонального природокористування.

Структура і рівні моніторингу. За призначенням моніторинг природного середовища поділяється на:

- загальний (стандартний);
- оперативний (кризовий);
- фоновий (науковий).

Суть *загального* моніторингу полягає у спостереженні за оптимальною кількістю параметрів стану навколишнього середовища в системі типових моніторингових об'єктів, які дають можливість на основі оцінки і прогнозу розробляти управлінські рішення на рівнях від локального до загальнодержавного.

Оперативний моніторинг – спостереження за окремими об'єктами, джерелами підвищеного ризику та районами аварій з метою оцінювання екологічної напруги, забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень з їх ліквідації і створення безпечних умов для населення і біоти.

Фоновий моніторинг – спостереження за всіма складовими природного середовища, за характером, складом, колообігом і міграцією забруднювальних речовин, за реагуванням організмів на забруднення. Ці спостереження здійснюються на рівнях популяцій, екосистем, ландшафтів і біосфери в цілому та її компонентів. Фоновий моніторинг здійснюється у природних і біосферних

заповідниках та на інших природоохоронних територіях за допомогою спеціальних станцій фонового моніторингу.

Система моніторингу навколишнього середовища за структурою має досить складну будову (табл. 1.1).

Найчастіше виділяють п'ять рівнів моніторингу:

1. *Глобальний*. Його здійснюють на базі міжурядових договорів та організацій (ООН, ВМО, ЮНЕСКО тощо), а також загальнодержавних органів виконавчої влади (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України).
2. *Національний*. Кожна держава розробляє і реалізує свою систему моніторингу довкілля власної території з урахуванням особливостей розташування держав-сусідів та впливів на навколишнє середовище.
3. *Регіональний*. Він реалізується на рівні областей, автономій, інколи інших регіональних утворень. Кожна область веде свою програму моніторингу, яка інтегрована до загальнодержавної системи .
4. *Локальний*. Його суб'єктами виступають міські і районні системи моніторингу довкілля, об'єктами – навколишнє середовище, природні і техногенні процеси, населення цих територій.
5. *Детальний (елементний)*. Він представлений системами моніторингу підприємств, родовищ корисних копалин, господарств, природних та інших об'єктів. Моніторинг реалізують на точкових об'єктах.

Різні види моніторингу відрізняються за площею охоплення території, мережею пунктів спостережень, програмами досліджень, об'єктами і предметами вивчення навколишнього середовища, досліджуваними екологічними наслідками змін стану довкілля, відстежуваним спектром природних і техногенних впливів та їхніх екологічних ефектів, тривалістю спостережень, рівнем автоматизації дослідницьких, аналітичних й інших процедур тощо.

Структурна схема і співвідношення систем моніторингу навколишнього середовища різних рівнів (за В. Корольовим, 1995)

| Назва рівня моніторингу | Структурна схема | Примітка |
|--------------------------|------------------|---|
| Глобальний | | Міждержавна система моніторингу навколишнього середовища |
| Національний | | Державна система моніторингу навколишнього середовища |
| Регіональний | | Регіональні, обласні системи моніторингу навколишнього середовища |
| Локальний | | Міські, районні системи моніторингу навколишнього середовища |
| Детальний (елементарний) | | Системи моніторингу навколишнього середовища підприємств, родовищ, господарських комплексів, інших точкових об'єктів. |

Стосовно рівнів моніторингу, то існують різні погляди вчених на це питання. Спроба узагальнення цієї інформації зроблена у підручнику М. О. Клименка, А. М. Прищепи, Н. М. Вознюк. Моніторинг довкілля: підручник. 2-ге вид., доп. та перероб. Рівне, НУВГП, 2023. 350.с. Рівні моніторингу за цими авторами відображає табл. 1.2.

Сьогодні мережа спостережень за джерелами впливу на навколишнє середовище і за станом біосфери охоплює вже весь світ. Глобальна система моніторингу навколишнього середовища (ГС МНС) була створена спільними зусиллями світової спільноти, а головні положення і завдання програми були сформульовані в 1974 році на Першій міждержавній нараді з моніторингу. Прийняття узгоджених рішень сприяло стандартизації самого моніторингу та отримуваних в ході моніторингових спостережень результатів досліджень.

Рівні моніторингу (за Клименком М. О. та ін., 2023)

| Параметр | Локальний | Регіональний | Глобальний |
|---|----------------------------------|---|-------------------------------------|
| Площа, охоплена системою моніторингу, км ² | 10 ¹ -10 ² | 10 ³ -10 ⁶ | до 10 ⁷ -10 ⁸ |
| Відстань між пунктами відбору проб, км | 0,01-10 | 10-500 | до 3000-5000 |
| Періодичність досліджуваних процесів | дні-місяці | роки | десятиліття-століття |
| Частота спостережень | хвилини-години | декада-місяць | 2-6 разів на рік |
| Кількість досліджуваних компонентів | 3-30 | 120-1500 | 10 ³ -10 ⁶ |
| Точність | частки ГДК | до 30 % | десяті частки % |
| Оперативність видачі інформації | у реальному масштабі часу | через 1-3 місяці з початку відбору проб | роки з початку відбору проб |

У межах екологічної програми ООН поставлене завдання об'єднання національних систем моніторингу в єдину міждержавну мережу – «Глобальну систему моніторингу навколишнього середовища». Це вищий (глобальний) рівень організації системи моніторингу за змінами в навколишньому середовищі на Землі в цілому. Першочерговим завданням визнано реалізацію моніторингу забруднення навколишнього природного середовища та чинників, що його викликають (природних і техногенних).

Глобальний моніторинг – це системи спостереження за станом навколишнього середовища і прогнозування можливих змін загальносвітових процесів та явищ, включаючи антропогенні впливи на біосферу в цілому. Наразі створення такої системи в повному обсязі є завданням майбутнього, бо багато держав не мають власних національних систем. Глобальна система моніторингу навколишнього середовища повинна вирішувати загальнолюдські екологічні проблеми в межах всієї Землі, зокрема такі, як глобальне потепління,

проблема озонового шару, прогнозування землетрусів, деградації лісів, боротьба з глобальним опустелюванням, ерозією ґрунтів, повеннями, засухами.

Системи *національного (державного) рівня моніторингу* природного середовища є необхідною передумовою для дотримання законодавства в галузі охорони природи та екології, систематичного контролю за станом всіх компонентів природного середовища, забезпечення ефективної екологічно безпечної інженерно-господарської діяльності. Достатньо надійні і різнобічні національні системи моніторингу є в багатьох розвинених країнах: США, Німеччині, Франції, Швеції та ін. Створена така система і в Україні.

На *національному (державному) рівні* координацію функціонування системи моніторингу забезпечує Міндовкільля шляхом:

- 1) забезпечення збирання, зберігання та оприлюднення в ЕкоСистемі даних та інформації, одержаних у результаті проведення моніторингу за підсистемами системи моніторингу;
- 2) відстеження та проведення аналізу повноти і періодичності надходження інформації, її відповідності вимогам законодавства та затвердженим програмам моніторингу підсистем системи моніторингу;
- 3) проведення щороку оцінки ефективності системи моніторингу в розрізі її підсистем;
- 4) надання суб'єктам системи моніторингу рекомендацій щодо підготовки та виконання програм моніторингу підсистем системи моніторингу;
- 5) затвердження регламентів обміну даними та інформацією між автоматизованими інформаційними підсистемами системи моніторингу та Екосистемою.

Система *регіонального моніторингу* навколишнього природного середовища охоплює території в межах регіонів та областей. Регіональний моніторинг природного середовища призначений забезпечити оцінювання змін природного середовища територій комплексного господарського освоєння

(обласних адміністративно-територіальних одиниць, великих територіально-виробничих комплексів). Він базується на мережі державних пунктів спостережень, яка, як правило, є не дуже густою, тому отримання інформації не дає відповіді на весь комплекс природоохоронних питань. Такий моніторинг відповідає завданням оцінки впливу на навколишнє середовища на передпроектній стадії, яка не передбачає створення спеціальної регіональної мережі режимних спостережень з врахуванням очікуваного впливу існуючих або запроектованих підприємств на різні компоненти природного середовища. Створення і забезпечення функціонування регіонального моніторингу природного середовища – справа відповідних природоохоронних регіональних органів державного і відомчого підпорядкування.

Локальний моніторинг природного середовища призначений забезпечити оцінювання змін природного середовища під впливом діючого або проєктованого об'єкту (або комплексу об'єктів) відповідно на території міста, району або ділянки в зоні очікуваного впливу. Він реалізується на стадії проєкту, а для діючих об'єктів, які не мають складної мережі режимних спостережень, незалежно від стадії, за рішенням компетентних органів.

У цьому випадку на основі розробленої на передпроектній стадії ТЕО програми (для діючих об'єктів за спеціальною програмою) створюється необхідна мережа для режимних спостережень. Вона повинна бути випереджаючою відносно будівництва об'єкту, а режимні спостереження мають починатися одночасно з початком вишукувань для того, щоб встигнути отримати фонові характеристики, по відношенню до яких фіксуватимуться зміни природного середовища, що виникатимуть у зв'язку з будівництвом і наступною експлуатацією даного об'єкта.

Нижчим за ієрархією є рівень *детального (елементарного, елементного) моніторингу* навколишнього середовища, який реалізується в межах невеликих територій та окремих підприємств, заводів, інженерних споруд, родовищ корисних копалин, кар'єрів, водозабірних та водоскидних споруд тощо.

Системи детального моніторингу навколишнього середовища є найважливішими ланками в системах вищого рангу.

Створення системи моніторингу вимагає інтеграції регіональних, локальних і детальних інформаційних систем. В Україні моніторинг природного середовища здійснюється багатьма відомствами, у рамках діяльності яких створені підрозділи, рівні моніторингу і його підсистеми.

Державна система моніторингу виконує певні види робіт: *режимні спостереження, оперативні роботи, спеціальні роботи*. *Режимні спостереження* проводяться систематично за щорічними програмами, на спеціально створених пунктах спостережень. Необхідність виконання *оперативних робіт* залежить від випадків аварійного забруднення природного середовища чи стихійних лих; ці роботи виконуються при надзвичайних ситуаціях. *Спеціальні роботи*, наприклад, моніторинг пестицидного, радіоактивного та інших видів забруднення, виконуються у зв'язку із посиленням ролі антропогенних чинників у змінах стану ландшафтів.

Система моніторингу та її підсистеми функціонують в таких режимах:

- повсякденного функціонування;
- підвищеної готовності;
- реагування на надзвичайні екологічні ситуації;
- відстежування у відновлювальний (реабілітаційний) період.

1.2. Види моніторингу навколишнього природного середовища

Одну з перших класифікацій систем і підсистем різних типів і видів моніторингу запропонував Ю. Ізраель на початку 70-х років XX століття. Згідно з цією класифікацією, системи моніторингу можуть поділятися за різними ознаками: за комплексом вирішуваних завдань; за об'єктами спостережень; за геопросторовим охопленням навколишнього середовища; за методами реалізації програми моніторингу тощо (табл.1.3).

Класифікація систем (підсистем) моніторингу (за Ю. Ізраелем, 1974)

| Ознака класифікації систем моніторингу | Типи існуючих або розроблюваних систем (підсистем) моніторингу |
|---|--|
| Універсальність системи | Глобальний моніторинг (включаючи фоновий) Міжнаціональний („міжнародний”) моніторинг Національний моніторинг |
| Відстежування стану певної складової біосфери | Геофізичний моніторинг Біотичний моніторинг Екологічний моніторинг (включаючи два попередніх) |
| Забруднення середовища | Моніторинг забруднень і змін атмосфери, гідросфери, ґрунтів, біоти, ландшафтів Варіанти: моніторинг атмосфери, океану, поверхні суші (з річками і озерами), криосфери |
| Техногенне джерело впливу | Інгредієнтний моніторинг (радіоактивних продуктів, пестицидів тощо) Моніторинг джерел забруднення |
| Глобальні проблеми | Моніторинг озоносфери Моніторинг океану Генетичний моніторинг |
| Методи спостережень | Моніторинг фізичних, хімічних і біотичних показників Супутниковий (космічний) моніторинг |
| Комплексний підхід | Медико-біотичний моніторинг Екологічний моніторинг Кліматичний моніторинг Варіанти: біоекологічний, геоекоекологічний, біосферний |

Достатньо детальну схему загальної типізації видів моніторингу розробив В. Мінченко у 1990 р.

Одним з варіантів структури моніторингу навколишнього середовища є наша схема (додаток А).

Залежно від набору ознак поділу, існує така класифікація моніторингу навколишнього середовища:

1) за масштабами охоплення об'єктів спостереження виділяють два види моніторингу:

- комплексний моніторинг навколишнього середовища – спостереження ведуться за всіма елементами (компонентами і чинниками) навколишнього середовища;

- частковий (окремий) моніторинг – проводяться спостереження лише за окремими компонентами (чинниками) природного середовища.
- 2) з урахуванням виду інженерно-господарського освоєння того чи іншого району (території), в межах якого здійснюється моніторинг навколишнього середовища, виділяють наступні його види:
- моніторинг міських територій (міських агломерацій);
 - моніторинг промислових територій;
 - моніторинг гірничо-видобувних підприємств і районів;
 - моніторинг гідротехнічних споруд;
 - моніторинг районів сільськогосподарського і гідромеліоративного освоєння;
 - моніторинг районів розташування АЕС;
 - моніторинг районів простягання транспортних лінійних споруд тощо.
- 3) з урахуванням служб, якими організовано моніторинг навколишнього середовища, виділяють його три види:
- державний;
 - галузевий (відомчий);
 - громадський.
- 4) з урахуванням рангу організації і масштабу досліджень моніторинг навколишнього середовища може бути:
- детальним;
 - локальним;
 - регіональним;
 - національним (державним);
 - глобальним.

1.3. Державне регулювання ведення моніторингу довкілля

Нормативно-правове забезпечення. Правовою підставою організації

моніторингу навколишнього середовища є Закони України „Про охорону навколишнього природного середовища» (ст.22), «Про охорону атмосферного повітря» (ст.32), «Про тваринний світ» (ст.55), «Про рослинний світ» (ст.39), «Про охорону земель» (ст.54), «Про відходи» (ст.29), «Про екологічну мережу» (ст.20), «Про питну воду та питне водопостачання» (ст.39), Водний кодекс України (ст.21), Лісовий кодекс України (ст.28), Земельний кодекс України (с. 13, 14, 15¹, 191, 192), Закон України від 20 березня 2023 р. № 2973-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля», Закон України від 19.06.2003 р. № 963- IV (зі змінами включно по 6 лютого 2024 року N 3563-IX) «Про державний контроль за використанням та охороною земель, інші законодавчі акти у сфері охорони довкілля та природокористування».

Діяльність у сфері моніторингу також регламентується: Постановою Кабінету Міністрів України від 13 червня 2024 р. № 684 «Деякі питання функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем»; Положенням про моніторинг земель, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661; Порядком здійснення державного моніторингу вод, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. № 815 та Постановою Кабінету міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод»; Постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря»; Постановою Кабінету Міністрів України «Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру» від 3 серпня 1998 р. № 1198, Постановою Кабінету Міністрів України від 12 травня 2023 р. № 474 «Про публічний моніторинг земельних відносин та нормативними документами, які прийняті відповідно до них».

Серед таких міжвідомчих документів є «Єдине міжвідомче керівництво

по організації та здійсненню моніторингу вод», затверджене наказом Мінекоресурсів України № 485 від 24 грудня 2000 р.

Регіональні та місцеві програми моніторингу навколишнього природного середовища розробляються згідно з Законом України «Про державні цільові програми» від 18 березня 2004 р. № 1621-IV; Положенням про порядок розробки екологічних програм, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 31 грудня 1993 р. № 1091; Методичними рекомендаціями з підготовки регіональних та загальнодержавних програм моніторингу довкілля, затвердженими наказом Мінекоресурсів України № 487 від 24 грудня 2001 р.; Методичними рекомендаціями з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня, затвердженими Наказом Мінприроди України від 16 грудня 2005 р. № 467; Методичними рекомендаціями щодо змісту розроблення регіональних програм з охорони довкілля, затвердженими Наказом Міндовкілля від 11 липня 2023 року № 486.

Подальше удосконалення нормативно-правової бази моніторингу здійснюється шляхом розробки нових та внесення змін до чинних документів (додаток Б). Моніторинг навколишнього середовища здійснюють за довготерміновою державною програмою, яка визначає спільні, узгоджені за цілями, завданнями, територіями та об'єктами, часом (періодичністю) і засобами виконання дії відомчих органів державної виконавчої влади, підприємств, організацій та установ незалежно від форм власності.

Система спостережень. Система спостережень за станом природного середовища України має розгалужену відомчу структуру. Режимні спостереження за станом природних ресурсів здійснюють ряд міністерств та відомств. Вони мають: відомчі мережі спостереження, інформаційні канали для передачі даних, центри опрацювання, аналізу та збереження інформації.

Організаційно відомча система спостережень будується за схемою, що дозволяє здійснювати повне інформаційне забезпечення для вирішення завдань, які виникають перед відомством. Складовою частиною інформаційного потоку, що надходить з відомчих джерел спостережень, є екологічні дані. Кількість

постів, пунктів спостережень, створів, тимчасових пунктів контролю з об'єктивних і суб'єктивних причин періодично змінюється.

У Положенні про Міндовкілля, затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 25.06.2020 № 614, його повноваження і завдання щодо державного моніторингу довкілля визначено в такому обсязі:

- організовує проведення моніторингу навколишнього природного середовища, забезпечує функціонування загальнодержавної інформаційно-аналітичної системи моніторингу довкілля;
- створює і забезпечує роботу мережі загальнодержавної екологічної автоматизованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення доступу до екологічної інформації;
- визначає екологічні показники для проведення оцінки стану навколишнього природного середовища та методичні вказівки щодо їх застосування;
- визначає реєстри складових мережі спостережень державної системи моніторингу навколишнього природного середовища;
- розробляє методики проведення моніторингу навколишнього природного середовища, зокрема суб'єктами господарювання, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього природного середовища;
- забезпечує у сфері охорони та відтворення вод (поверхневих, підземних, морських), раціонального використання водних ресурсів, а саме розробляє проекти нормативно-правових актів, видає нормативно-правові акти в межах повноважень, передбачених законом, з питань організації та здійснення державного моніторингу вод;
- здійснює загальну координацію та організацію державного моніторингу вод, науково-методичне забезпечення державного моніторингу вод, розробляє та затверджує програму державного моніторингу вод;

- забезпечує нормативно-правове регулювання, а саме розробляє проекти нормативно-правових актів, видає нормативно-правові акти в межах повноважень, передбачених законом, у сфері охорони атмосферного повітря з питань:
- проведення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря;
- затвердження програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря;
- здійснює загальну координацію та організацію проведення моніторингу атмосферного повітря;
- погоджує програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря;
- створює мережу дослідних земельних ділянок та ділянок з еталонними ґрунтами з метою проведення на них необхідних спостережень, вимірювань та обстежень екологічного стану земель, зміни показників корисних властивостей ґрунтів під впливом господарської та інших видів діяльності для проведення моніторингу земель на національному рівні.

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. (Міндовкілля) здійснює спостереження за джерелами промислових викидів в атмосферу та дотриманням норм граничнодопустимих викидів; джерелами скидів стічних вод і дотриманням норм тимчасово узгоджених і граничнодопустимих скидів; станом ґрунтів; скидами і викидами з промислових і господарських об'єктів, на яких використовуються радіаційно небезпечні технології; станом складів, звалищ промислових і побутових відходів; станом наземних і морських екосистем.

Спостереження за станом навколишнього природного середовища та природних ресурсів у системі Міндовкілля України здійснюють підрозділи аналітичного контролю двадцяти чотирьох обласних державних управлінь охорони навколишнього природного середовища та обласних Державних

інспекцій, Державних інспекцій охорони Азовського та Чорного морів, Республіканський комітет з охорони навколишнього природного середовища Автономної Республіки Крим, а також управління охорони природи міст Києва та Севастополя, які здійснюють контроль за джерелами викидів в атмосферу та скидів у водні басейни, нагляд за станом ґрунтів, зокрема за вмістом у них пестицидів та важких металів.

Спостереження за забрудненням *атмосферного повітря* та контроль за дотриманням норм граничнодопустимих викидів здійснюються на стаціонарних і тимчасових пунктах контролю. Вимірювання та відбір проб виконується безпосередньо біля джерел викидів. Контролюється приблизно 65 інгредієнтів, головними серед яких є пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, сірководень, сірковуглець, аміак, формальдегід, фтористий водень, хлористий водень, сірчана кислота, важкі метали, бензопірен та ін.

Проводяться також спостереження за хімічним складом атмосферних опадів, контролюється радіоактивне забруднення приземного шару атмосфери.

Спостереження за забрудненням *поверхневих вод суші* та контроль за додержанням норм граничнодопустимих скидів здійснюється на великій кількості постів (створів), число яких практично щорічно змінюється.

Вимірювання та відбір проб виконуються безпосередньо у смузі впливу джерела забруднення за схемою: 500 метрів вище джерела забруднення (фоновий створ), 500 метрів нижче від джерела, а також в місці достатньо повного (не менше ніж 80 %), гарантованого змішування стічних вод з річковими. Контролюються приблизно 55 показників, головними серед яких є: азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, біологічне споживання кисню, важкі метали, нафтопродукти, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини, хлориди, сульфати, фосфати, розчинений кисень.

Спостереження за забрудненням *морських вод* здійснюються на стаціонарних пунктах спостережень і контролю забруднення. Вони розташовуються у великих портових містах, на промислових підприємствах, гирлах великих річок тощо, тобто там, де існує загроза попадання у водойму

забруднювальних речовин. Виконувався постійний контроль скидання стічних вод в Азовське та Чорне моря (до російської військової агресії).

Спостереження за станом *земель* виконується на значній кількості тимчасових пунктів. Вони розташовані у різних ґрунтово-кліматичних і природно-сільськогосподарських зонах України. Основними контрольованими показниками є: остаточна кількість пестицидів, важкі метали, вміст гумусу та інших поживних, а також забруднюючих ґрунти речовин.

Крім того, в заповідниках та національних парках, які входять у систему Міндовкілля, проводяться спостереження за станом *рослинного і тваринного світу*.

Рішенням Ради національної безпеки і оборони України від 23 березня 2021 року «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації» передбачено завдання зі створення ефективної системи державного моніторингу навколишнього природного середовища з використанням технологій дистанційного зондування Землі, контролю космічного простору тощо.

Державне космічне агентство України (ДКАУ) спостерігає за станом озонового шару, забрудненістю атмосфери, ґрунтів та поверхневих вод, сніговим покривом, станом лісів, сільськогосподарських посівів, запасами вологи у ґрунті, радіаційним станом.

Крім того, ДКАУ веде спостереження за станом снігового покриву, лісів і сільськогосподарських посівів за допомогою дистанційних засобів і методів. У програму входить стеження за аномальними природними явищами, катастрофами і станом забруднення. Інформація про стан природних ресурсів, поширення і розвиток аномальних та кризових явищ надходить за результатами оброблення матеріалів авіаційно-космічної зйомки, а також інших видів дистанційних спостережень.

Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 30 липня 2021 року «Про стан водних ресурсів України» передбачало створення електронної карти водних ресурсів України та впровадження на постійній основі процесу

моніторингу їх ефективного використання, зокрема з використанням технологій дистанційного зондування Землі.

Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ) організовує вивчення, оцінку і прогнозування показників здоров'я населення залежно від стану середовища життєдіяльності людини, встановлення факторів навколишнього середовища, що шкідливо впливають на здоров'я населення. Зокрема, проводить вибіркові спостереження за рівнем забруднення атмосферного повітря в місцях проживання населення, станом поверхневих вод у населених пунктах, морських вод у рекреаційних зонах; хімічним та біологічним забрудненням ґрунтів та господарсько-побутовими відходами на території населених пунктів; станом здоров'я населення і впливом на нього забруднення природного середовища та інтенсивністю ряду інших фізичних чинників (шум, електромагнітні поля, радіація, вібрація тощо).

Лабораторними центрами МОЗ здійснюється моніторинг у місцях проживання та відпочинку населення, в тому числі на природних територіях курортів. Спостереження здійснюють, зокрема, за показниками якості атмосферного повітря, поверхневих вод суші і питної води, морських вод, ґрунтів, фізичних та радіологічних факторів.

Моніторинг довкілля і соціально-гігієнічний моніторинг здійснюються згідно з Положенням про державний санітарно-епідеміологічний нагляд в Україні відповідно до планів установ МОЗ, а також позапланово залежно від санітарної, епідеміологічної ситуації та заяв громадян.

У системі Міністерства охорони здоров'я (МОЗ) збиранням та обробленням інформації займається *Управління державного нагляду за дотриманням санітарного законодавства (Держпродспоживслужба)*, що має розвинуту мережу станцій і лабораторій обласного, районного та міського рівнів по всій території України.

Лабораторні центри МОЗ здійснюють моніторинг повітря – на 2 133 пересувних та 16 стаціонарних постах, моніторинг поверхневих вод – на 485 постах для водойм 1-ї категорії та 2 157 постах для водойм 2-ї категорії,

моніторинг морських вод – на 256 постах та моніторинг ґрунтів на 14 805 постах (дані наведені станом 2017 рік. У зв'язку з воєнною агресією росії, у 2022-2025 роках їх кількість суттєво скоротилася).

Мережа спостережень МОЗ охоплює головні види природних ресурсів та розподілена таким чином. За станом *атмосферного повітря* ведуть спостереження близько 50 стаціонарних, 200 підфакельних пунктів і на 600 маршрутах. При цьому контролюються понад 100 видів забруднювальних речовин, серед яких основними є діоксид сірки та азоту, сірководень, сажа, свинець, формальдегід, пил, феноли.

За станом *поверхневих вод суші* ведуться спостереження на майже 1300 постійних створах. Основними контрольованими показниками є запах, колір, температура, рН, твердість води (жорсткість), мінералізація, розчинений кисень, біологічне та хімічне споживання кисню, нафтопродукти, завислі речовини, синтетичні поверхнево-активні речовини, хром, масла, важкі метали, патогенна мікрофлора.

За станом *морських вод* перед агресією росії спостереження велися на майже 155 постійних постах. Відстежувалися ті ж показники, що і в поверхневих водах суші.

МОЗ проводить моніторинг якості ґрунтів з метою визначення відповідності санітарно-епідеміологічним нормам (в місцях проживання та відпочинку населення, виробництва продукції рослинництва, в санітарних зонах промислових підприємств, в місцях зберігання токсичних відходів та ін).

За станом *земель* перед агресією росії велися спостереження на майже 2,5 тис. постійних і 1,5 тис. тимчасових пунктів. Головними досліджуваними показниками був вміст гумусу, поживних речовин, а також рН, хлориди, нітрати, азот, сульфати, свинець, ртуть, бактеріологічні показники.

Міністерство аграрної політики та продовольства України (Мінагрополітики) здійснює моніторинг ґрунтів сільськогосподарського використання (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів);

сільськогосподарських рослин і продуктів з них (токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів); сільськогосподарських тварин і продуктів з них (зоотехнічні, токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів). Положенням про моніторинг земель також зазначається, що моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться Мінагрополітики відповідно до затвердженого ним положення.

Мережа спостережень складається з підрозділів районних та обласних управлінь сільського господарства, станцій агрохімічного захисту та ветеринарного спостереження. Вони ведуть радіологічний та агрохімічний контроль ґрунтів, а також зоотехнічний, радіологічний, агрохімічний контроль сільськогосподарських рослин і тварин.

Радіологічні спостереження за станом *ґрунтів перед воєнною агресією росії* велися на приблизно 725 пунктах, токсикологічні – на 345, агрохімічні на 596 стаціонарних пунктах. Основними показниками виступали: радіологічні – цезій, стронцій; токсикологічні – хлор, фосфор органічний, пестициди; агрохімічні – рН, водень, азот, оксид калію, фосфорний ангідрид, гумус.

Спостереження за станом *біотичних ресурсів* велися відповідно на 659, 180 і 211 зоотехнічних пунктах. Тут відстежувалися такі головні показники: радіологічні – цезій, стронцій; токсикологічні – пестициди, нітрати; зоотехнічні – азот, фосфор, калій, кальцій, жир, протеїн тощо.

Окрім того, велися токсикологічні спостереження (вміст пестицидів, нітратів) за станом *поверхневих вод* на приблизно 98 пунктах.

Державне агентство лісових ресурсів України (Держлісагентство) контролює стан лісів, ґрунтів у лісах та мисливської фауни.

Воно має мережу спостережень і моніторингових майданчиків, на яких ведуться спостереження за станом лісів і фауни мисливських угідь. При цьому оцінюються ступінь дефоліації дерев, пошкодження ентомошкідниками та фітозахворюваннями, здійснюються морфологічні виміри.

За станом біотичних ресурсів в передвоєнний період проводилися спостереження на майже 150 пунктах. Крім перелічених показників, здійснювався відбір проб ґрунту, рослин і кори дерев для лабораторних аналізів.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), зокрема управління гідрометеорології здійснює контроль за станом і режимом атмосферного повітря (включаючи спостереження за транскордонним перенесенням забруднюючих речовин); атмосферних опадів; метеорологічних умов; аерологічних параметрів (на аерологічних станціях); поверхневих, підземних та морських вод; станом озонового шару у верхній частині атмосфери; радіаційною обстановкою (на пунктах радіометричної мережі спостережень та в районах діяльності АЕС); станом ґрунтів; станом сільськогосподарських посівів, запасами вологи у ґрунті та агрометеорологічними умовами формування врожаю.

Управління гідрометеорології ДСНС є базовим відомством, що проводить систематичні моніторингові спостереження за станом атмосфери та гідросфери на території України і має найбільш розвинуту приладову та методичну базу для їх забезпечення.

Метеорологічна мережа спостереження. До її складу в довоєнний період входило близько 187 пунктів (кількість пунктів спостережень тут і надалі наводиться приблизно у зв'язку з оптимізацією пунктів спостережень, яка здійснюється періодично, та російською агресією), розташованих на території України, де проводяться режимні спостереження за елементами і параметрами атмосферних процесів.

У 2023 році спостереження за забрудненням атмосферного повітря мережею Управління гідрометеорології проводились у 33 містах на 113 стаціонарних постах мережі моніторингу гідрометеорологічних організацій. Кількість міст та постів спостережень скорочено з 2022 р. внаслідок повномасштабних воєнних дій на території країни. Не проводяться спостереження за забрудненням повітря в Маріуполі, Лисичанську, Рубіжному,

Северодонецьку, Краматорську, Слов'янську. У Херсоні спостереження проводяться тільки за оксидом вуглецю. В атмосферному повітрі визначався вміст 33 шкідливих домішок, включаючи важкі метали, а в атмосферних опадах – 11 показників. Спостереження за хімічним складом опадів проводилися у 36 пунктах, за кислотністю опадів – у 50 пунктах.

З 1980 р. вивчався хімічний склад снігового покриву на приблизно 54 станціях. Ці дослідження мали пряме відношення до гідроекологічного моніторингу, адже забруднення, які містяться у приземному шарі атмосфери, опадах, сніговому покриві впливають на стан поверхневих і підземних вод. Для об'єктивного відображення стану атмосфери пункти спостереження розташовані з урахуванням кліматичних умов різних регіонів.

Крім метеорологічних станцій, спостереження за атмосферними процесами до вторгнення росії в Україну проводили авіаметеорологічні (забезпечення потреб авіації) та аерологічні станції. При вирішенні гідроекологічних завдань частково використовується і ця інформація.

У процесі спостережень виконуються: вимірювання фізичних параметрів атмосфери, хмарності, опадів, характеристик вітру, визначення температури і стану земної поверхні та ґрунту на різних глибинах, спостереження за сніговим покривом та атмосферними явищами; визначення зон впливу небезпечних явищ; температурно-вітрове зондування за допомогою радіолокаційних станцій; визначення розмірів, особливостей явищ, швидкості їх переміщення.

Здійснювалися програма агрометеорологічних спостережень, маршрутні спостереження за вологістю ґрунтів, фазами розвитку сільськогосподарських культур. Ці дані також використовуються при вирішенні гідроекологічних та геоекологічних задач.

Гідрологічна мережа спостережень. До воєнного вторгнення росії вона складалася з майже 380 річкових та 60 озерних постів. Мережа спостережень за забрудненням морських вод включала біля 175 станцій (988 горизонтів) вимірювання.

Для організаційно-методичного і технічного керівництва гідрологічні пости Управління гідрометеорології України закріплені за 28 мережевими організаціями, в числі яких 11 обласних центрів з гідрометеорології, 3 гідрометеообсерваторії, 4 гідрологічні, 6 озерних, 2 селестокові, 2 воднобалансові станції. Первинна інформація з постів надходить в оперативно-виробничі організації для аналізу, узагальнення та підготовки матеріалів Державного водного кадастру.

На станціях і постах Управління гідрометеорології України ведуться такі види гідрологічних спостережень: гідрологічні спостереження на річках; гідрологічні спостереження на озерах та водосховищах; морські (прибережні) гідрологічні спостереження (вони суттєво скоротилися у зв'язку з воєнною агресією росії); спостереження з суден; спеціальні гідрометеорологічні спостереження.

Крім цього, Управління гідрометеорології України оперативно вирішує організаційно-методичні завдання, виконує деякі види спеціальних спостережень: за ґрунтовими водами у свердловинах; геофізичні (актинометричні); агрометеорологічні.

Під час здійснення спеціальних видів спостереження виконуються вимірювання та реєстрація радіаційного балансу і його складових, добових сум сумарної радіації, теплобалансові та озонівимірювальні спостереження, спостереження за атмосферною електрикою.

Здійснюється *відбір проб*: ґрунтів для визначення кількості пестицидів; ґрунтів, рослинності, атмосферних опадів та снігового покриву для визначення вмісту в них забруднювальних речовин; відбір проб повітря для визначення вмісту твердих сорбентів з урахуванням переважаючих напрямків вітрів; відбір проб і здійснення аналізу води та донних відкладів; відбір поодиноких та сумарних місячних проб опадів; спостереження за радіаційним забрудненням; відбір проб води для визначення вмісту стронцію.

уже важливим при гідрологічних дослідженнях є вивчення ґрунтів, адже від властивостей ґрунтів залежить великою мірою властивості ґрунтових вод і вод

поверхневого (схилового) стоку.

Гідрохімічна мережа спостережень. Охоплює всю територію України. Спостереження за хімічним складом поверхневих вод проводиться на 123 водних об'єктах (196 пунктах). Проби відбираються на 105 річках, 7 озерах, 9 водосховищах та 1 каналі і 1 лимані.

Хімічний аналіз проб в довоєнний період (до 24.02.2022 р.) здійснювався у 12 лабораторіях. У пробах води визначалося майже 45 показників.

Головною метою спостережень за рівнем забруднення є отримання інформації про якість вод, необхідної для здійснення заходів щодо охорони та раціонального використання водних ресурсів.

Головними об'єктами для вибору місць розташування пунктів спостереження за рівнем забруднення вод є: місця скидання стічних і зливових вод міст та інших населених пунктів у водні об'єкти; скидання стічних вод окремими промисловими підприємствами; ділянки річок біля гребель; кінцеві створи великих та середніх річок, які впадають у моря та внутрішні водоймища; створи на річках, що перетинають кордони України.

Державне агентство водних ресурсів України (Держводагентство) здійснює державний моніторинг поверхневих вод, моніторинг меліоративного стану зрошуваних та осушуваних земель, а також ґрунтів у зонах впливу меліоративних систем.

Держводагентство має розвинену мережу спостережень за станом водних об'єктів і меліоративних земель, здійснює радіологічний та гідрохімічний контроль якості води у господарських системах комплексного призначення, в зонах впливу атомних електростанцій, контролює стан меліорованих земель і гідрогеологічний стан у прибережних зонах водосховищ.

Спостереження за поверхневими водами суші у період до воєнної агресії росії велися на 233 стаціонарних і 1300 тимчасових пунктах. Контролювалися такі показники: радіологічний контроль – бета-активність, радіонукліди (стронцій, цезій); гідрохімічний контроль – синтетичні поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, важкі метали, феноли, пестициди.

Ця мережа виконувала й інші функції відомчого контролю та спостереження. Зауважимо, що у 2009 р. через економічну кризу мережа пунктів спостереження була скорочена майже у чотири рази.

Державна служба геології та надр України (Держгеонадра) організовує та координує роботу з проведення моніторингу мінерально-сировинної бази, геологічного середовища та підземних вод. Зокрема, це спостереження за: підземними водами з оцінкою їхніх ресурсів; ендегенними та екзогенними морфодинамічними процесами; станом геологічного середовища та його змінами під впливом господарської діяльності.

Держгеонадра на сьогодні має мережу спостережень за підземними водами, яка складається з трішки менш як 900 постів. Спостережна мережа державного моніторингу підземних вод станом на 01.01.2021 р. складалась із 846 спостережних пунктів, у тому числі на ґрунтові води – 272 с. п., на міжпластові води – 203 с. п., на опорних полігонах з вивчення умов формування експлуатаційних запасів підземних вод – 371 с. п. Спостереження за рівнем підземних вод у мережі державного моніторингу в 2020 році проводились по 134 с. п., а за хімічним складом – по 40 с. п.

Ця служба також в довоєнний період мала розвинену мережу спостережень за станом *підземних вод* (понад 7,5 тис. свердловин). На приблизно 16 стаціонарних і 217 тимчасових постах до 2022 року велися спостереження за проявами екзогенних та ендегенних геологічних процесів (зсуви, селі, трансформація морських берегів тощо).

Велися регіональні спостереження за режимними та гідрохімічними показниками підземних вод. Контролювалися такі показники: фізичні характеристики (температура, рівень), хімічний склад (макрокомпоненти, мінералізація, пестициди, нітрати, важкі метали). Оцінюються регіональні зміни геологічного середовища під впливом господарської діяльності.

На майже 49 стаціонарних пунктах здійснювалися *сейсmodинамічні* спостереження. Дані спостережень використовувалися при геоекологічному картуванні території України, вирішенні інших завдань і проблем господарства.

Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру (Держгеокадастр) здійснює спостереження за: структурою землекористування; трансформацією земель залежно від їхнього цільового призначення; станом та якістю ґрунтів; забрудненням ландшафтів; станом рослинного покриву земель; відновленням порушених земель; станом зрошуваних та осушених земель, а також земель з ознаками вторинного підтоплення і засолення; станом берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток.

Мережа складається з підрозділів обласних головних управлінь земельних ресурсів (агрохімічні лабораторії), які ведуть спостереження за станом та якістю ґрунтового і рослинного покриву, земель і ландшафтів, забруднених викидами та скидами промислового і сільськогосподарського виробництва; ерозійними та іншими екзогенними процесами; поверхневими та підземними водами, станом берегової лінії річок, озер, водосховищ; станом зрошуваних та осушених земель.

Загальна кількість постів у мережі агрохімічних лабораторій ДП "Інститут охорони ґрунтів України" сягає 760.

Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України (Мінінфраструктури) здійснює спостереження за: якістю питної води централізованих систем водопостачання; станом стічної води міської каналізаційної мережі; станом зелених насаджень міст і селищ міського типу; проявами небезпечного підняття ґрунтових вод у межах міст і селищ міського типу.

Служби цього міністерства проводять спостереження за якістю питної води централізованих систем водопостачання, а також за станом стічних вод міських каналізаційних мереж. Спостереження виконуються технологічними лабораторіями, які входять до системи централізованого водопостачання. Ситуація до лютого 2022 року відстежувалася цілодобово з інтервалом в одну годину на майже 5175 пунктах контролю.

Згідно з Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», а також рядом інших актів та положень, Міністерства та

відомства, що здійснюють режимні спостереження за станом природних ресурсів, надають Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України екологічну інформацію. Надана інформація узагальнюється та аналізується підрозділами та науковими установами Міндовкілля України і щорічно публікується в Національній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні.

Контрольні запитання

- 1. Що називають моніторингом навколишнього природного середовища? Які компоненти ландшафтів є об'єктом моніторингових спостережень?*
- 2. Які існують види моніторингу? За якими ознаками вони виділяються?*
- 3. Назвіть головні рівні системи моніторингу. Який принцип їх виділення?*
- 4. Яке призначення національної системи моніторингу навколишнього природного середовища?*
- 5. На яких принципах базується моніторинг природного середовища? Які завдання ставляться перед ним?*
- 6. Хто здійснює режимні спостереження за станом природного середовища?*
- 7. Яке призначення гідрологічної мережі спостережень?*
- 8. Яке призначення гідрохімічної мережі спостережень?*
- 9. Якими законодавчими актами регламентується моніторинг навколишнього середовища в Україні?*
- 10. Які недоліки властиві існуючій системі моніторингу навколишнього середовища України?*
- 11. В яких документах відображається узагальнена інформація про екологічний стан навколишнього середовища нашої держави?*
- 12. Назвіть головні документи нормативно-правового забезпечення моніторингу навколишнього природного середовища в Україні.*
- 13. Яку роль відіграють громадські екологічні організації в реалізації програми моніторингу навколишнього природного середовища?*

**Використана та рекомендована для самостійного опрацювання
література**

1. *Зеркалов Д. В.* Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль : посібник. Київ : Даков основа, 2007. 412 с.
2. *Клименко М. О., Прищепка А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля: підручник. Київ : Академія, 2006. 360 с.
3. *Клименко М. О., Прищепка А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля: підручник. 2-ге вид., доп. та перероб. Рівне : НУВГП, 2023. 350 с.
4. *Ковальчук І. П., Курганевич Л. П.* Гідроекологічний моніторинг : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 292 с.
5. Методичні рекомендації з питань створення системи моніторингу довкілля регіонального рівня. Київ: Мінприроди України, 2005. 33 с.
6. Моніторинг довкілля. Аналітична записка щодо стану та перспектив розвитку державної системи моніторингу довкілля. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/analitichna-zapyska-shhodo-stanu-ta-perspektyv-rozvytku-derzhavnoyi-systemy-monitoringu-dovkillya>.
7. Наказ Міндовкілля від 11.07.2023 № 486 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо змісту розроблення регіональних програм з охорони довкілля». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0486926-23#Text>.
8. Постанова КМУ від 13 червня 2024 р. № 684 «Деякі питання функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/684-2024-%D0%BF#Text/>.
9. Праці Центральної геофізичної обсерваторії / Під ред. О. О. Косовця. Київ : Інтерпрес ЛТД, 2005. Вип. 1 (15). 112 с.; 2006. Вип. 2. (16). 104 с.; 2007. Вип. 3 (17). 112 с.; 2008. Вип. 4 (18). 127с.; 2009. Вип. 5 (19). 115 с. та ін.

10. *Романченко І. С., Сбітнєв А. І., Бутенко С. Г.* Екологічна безпека: екологічний стан та методи його моніторингу : навч. посібник. Київ : Полісся, 2006. 560 с.
11. Стан підземних вод України, щорічник. Київ : Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2021. 124 с.
12. *Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Забокрицька М. Р.* Управління річковими басейнами: навч. посібник. Київ : ДІА, 2024. 236 с.
13. Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними Державної системи спостережень гідрометслужби України за 2007 р. Київ : ЦГО, 2008. 156 с.
14. Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними Державної системи спостережень гідрометслужби України за 2008 р. Київ : ЦГО, 2009. Рукопис.
15. Щорічник про стан забруднення атмосферних опадів та снігового покриву на території України за даними Державної системи спостережень гідрометслужби України за 2008 р. Київ : ЦГО, 2008. Рукопис.
16. Щорічник про стан забруднення поверхневих вод суші на території України за даними Державної системи спостережень гідрометслужби за 2008 рік. Київ : ЦГО, 2009. Рукопис.

РОЗДІЛ 2

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПОВЕРХНЕВИХ І ПІДЗЕМНИХ ВОД

2.1. Сутність, завдання, об'єкти та суб'єкти моніторингу поверхневих і підземних вод

Моніторингом поверхневих вод називають систему спостережень, збору, збереження, обробки, аналізу, передавання та використання різноманітної інформації про стан поверхневих вод і його зміни, прогнозування гідрологічної ситуації, обґрунтування системи водозахисних заходів, заходів із запобігання прояву небезпечних гідрологічних явищ та процесів природної і техногенної генези – паводків, селів, підтоплень, руйнування споруд, будівель, комунікацій та угідь водою, забезпечення управління водно-ресурсним потенціалом регіону.

Моніторингом підземних вод називають систему спостережень за станом підземних і ґрунтових вод, нагромадження, систематизацію та узагальнення інформації, оцінювання і прогнозування зміни їхніх якісних і кількісних параметрів та обґрунтування прийняття управлінських рішень в галузі водокористування, охорони вод і відтворення підземних водних ресурсів.

Метою моніторингу поверхневих і підземних вод є отримання вичерпної інформації про запаси, стан, тенденції зміни різноманітних параметрів водного середовища і водних об'єктів у часі та просторі, забезпечення прогнозування змін якості і кількості водних ресурсів надійними даними та обґрунтування системи водоохоронних заходів і схем раціонального використання поверхневих і підземних вод.

До основних завдань відносять:

- 1) стеження за станом водних об'єктів різних категорій – джерел, ставків, річок, озер, водосховищ та ін.;
- 2) стеження за гідрохімічним і гідродинамічним режимом підземних вод у природних та антропогенно порушених умовах;

- 3) накопичення, збереження, аналіз та узагальнення гідрологічної, гідрогеологічної та водогосподарської інформації;
- 4) виявлення закономірностей багаторічного природного та зміненого діяльністю людини рівневого, гідрохімічного, бактеріологічного режимів і балансу підземних та поверхневих вод;
- 5) визначення запасів поверхневих і підземних вод та встановлення тенденцій їх зміни;
- 6) встановлення та оцінювання причин і чинників просторово-часових змін стану та якості поверхневих і підземних вод;
- 7) гідрогеологічне та гідрологічне прогнозування;
- 8) інформаційно-аналітична підтримка прийняття управлінських рішень у галузі охорони поверхневих та підземних вод, раціонального використання водних ресурсів;
- 9) забезпечення захисту об'єктів, угідь, комунікацій, населених пунктів і населення від руйнівного впливу паводків, повеней і селів;
- 10) забезпечення населення, органів державної влади та місцевого самоврядування гідрологічною та гідрогеологічною інформацією.

Згідно з «Порядком здійснення державного моніторингу вод», затвердженим Постановою КМУ від 19 вересня 2018 р. № 758, об'єктами державного моніторингу вод є:

- ✓ масиви поверхневих вод (поверхневі водні об'єкти або їх частини), в тому числі прибережні води та зони (території), які підлягають охороні;
- ✓ масиви підземних вод (підземні водні об'єкти або їх частини), в тому числі зони (території), які підлягають охороні;
- ✓ морські води в межах територіального моря та виключної морської економічної зони України, в тому числі зони (території), які підлягають охороні (далі - морські води).

Масив поверхневих (підземних) вод – окремий та значний елемент поверхневих (підземних) вод на який спрямована головна стратегічна мета – досягнення доброго екологічного стану.

В якості *об'єктів моніторингу поверхневих вод* повинен виступати весь спектр водних утворень визначеної території:

- 1) русла головних річок;
- 2) русла головних допливів річок;
- 3) русла малих річок;
- 4) водосховища на великих річках;
- 5) водосховища та ставки на середніх річках;
- 6) водосховища та ставки на малих річках;
- 7) зони функціонуючих водозаборів поверхневих вод;
- 8) зони скидання стічних вод в річки;
- 9) відстійники, накопичувачі рідких відходів, зони функціонування водомістких виробництв і підприємств;
- 10) водоохоронні зони малих річок і водойм;
- 11) прилягаючі до річок сільськогосподарські угіддя, що піддаються активному землеробському впливу і передають його наслідки поверхневим і ґрунтовим водам;
- 12) меліоративні канали різного рангу і призначення;
- 13) зони функціонування інженерних споруд на річках (мости, трубопроводи, ЛЕП, підпірні стінки, дамби тощо);
- 14) зони функціонування руслових кар'єрів;
- 15) озера різного генезису, моря та інші водні об'єкти.

Об'єктом моніторингу підземних вод є підземні водні ресурси (ґрунтові і підземні води), їхні якісні та кількісні параметри.

Моніторинг підземних вод є підсистемою моніторингу геологічного середовища, який, зокрема, належить до моніторингу природного середовища (довкілля). Важливою рисою підземних вод є те, що не всі наявні на певній території водоносні горизонти і комплекси підлягають моніторингу. Води

переважно глибокозалягаючих водоносних горизонтів, які за тими чи іншими ознаками непридатні для питного чи технічного використання, моніторингу, зазвичай, не потребують.

Залежно від цілей та завдань державного моніторингу вод встановлюються такі процедури:

- процедура діагностичного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- процедура операційного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- процедура дослідницького моніторингу масивів поверхневих вод;
- процедура моніторингу морських вод.

Діагностичний, операційний та дослідницький моніторинг здійснюється за басейновим принципом.

Діагностичний моніторинг здійснюється для масивів поверхневих та підземних вод з метою:

- ✧ 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;
- ✧ розроблення програми державного моніторингу вод;
- ✧ встановлення референційних умов та оцінки їх довгострокових змін;
- ✧ оцінки довгострокових змін, спричинених антропогенним впливом на кількісний і якісний стан поверхневих та підземних вод, у тому числі від точкових і дифузних джерел;
- ✧ оцінки довгострокових тенденцій зміни рівня та концентрації забруднюючих речовин у підземних водах внаслідок природних змін та антропогенного впливу на їх стан.

Операційний моніторинг здійснюється для масивів поверхневих та підземних вод, у яких існує ризик недосягнення екологічних цілей, а також масивів поверхневих та підземних вод, забір води з яких для задоволення

питних і побутових потреб населення в середньому протягом року становить більше ніж 100 куб. метрів на добу, з метою:

- ↳ визначення екологічного і хімічного стану масивів поверхневих вод та кількісного і хімічного станів масивів підземних вод;
- ↳ оцінки 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 забруднюючих речовин у масивах підземних вод, зумовлених антропогенним впливом на їх стан.

Операційний моніторинг здійснюється щороку в період між роками здійснення діагностичного моніторингу.

Дослідницький моніторинг здійснюється для масивів поверхневих вод з метою:

- ✓ встановлення причин відхилення від екологічних цілей;
- ✓ з'ясування масштабу та наслідків аварійного забруднення вод;
- ✓ встановлення причин наявності ризику недосягнення екологічних цілей, виявленого в процесі здійснення діагностичного моніторингу, до початку виконання операційного моніторингу.

Моніторинг морських вод здійснюється для територіального моря та виключної морської економічної зони України з метою:

- ✧ визначення екологічного стану морських вод;
- ✧ встановлення референційних умов для морських вод;
- ✧ оцінки прогресу в досягненні встановлених екологічних цілей;
- ✧ оцінки тенденцій довгострокових природних та антропогенних змін стану морських вод.

Складовими державного моніторингу масивів поверхневих вод є моніторинг біологічних, гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних

показників. Суб'єктами державного моніторингу вод є Міндовкілля, Держводагентство, Держгеонадра та ДСНС. Державний моніторинг масивів поверхневих та підземних вод, а також морських вод здійснюється за показниками, наведеними у додатках В-Д.

Держрибагентство надає суб'єктам державного моніторингу вод інформацію про державний моніторинг водних біоресурсів у рибогосподарських водних об'єктах (їх частинах).

Держгеокадастр подає суб'єктам державного моніторингу вод топографо-геодезичну і картографічну інформацію та геопросторові дані в порядку, визначеному законодавством.

ДКА подає суб'єктам державного моніторингу вод архівну та оперативну аерокосмічну інформацію дистанційного зондування Землі на території України.

Державний моніторинг вод здійснюють:

➤ *Міндовкілля*, в тому числі:

↪ Держекоінспекція:

- джерел скидів стічних вод (вміст забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів);
- поверхневих вод (вміст забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів);
- водних об'єктів у межах природоохоронних територій (фонова кількість забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів);
- наземних і морських екосистем (фонова кількість забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів).

↪ Геологічні територіальні служби:

- підземних вод (гідрогеологічні і гідрохімічні визначення складу і властивостей, в т.ч. залишкової кількості пестицидів та агрохімікатів, оцінка ресурсів).

↪ Держводагентство:

- річок, водосховищ, каналів, зрошувальних систем і водойм у межах водогосподарських систем комплексного призначення, систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання (вміст забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів);
 - водойм у зонах впливу атомних електростанцій (вміст радіонуклідів);
 - поверхневих вод у прикордонних зонах і місцях їх інтенсивного виробничо-господарського використання (вміст забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів);
 - глибина залягання та мінералізація ґрунтових вод;
 - підтоплення сільських населених пунктів, прибережних зон водосховищ (перетворення берегів і підтоплення територій).
- *ДСНС* (на територіях, підпорядкованих Адміністрації зони відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення, а також в інших зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, в місцях виникнення надзвичайних ситуацій з загрозою виникнення радіаційного забруднення вод):
- поверхневих і підземних вод (вміст забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів);
 - водних екосистем (біоіндикаторні визначення);
 - джерел скидів стічних вод (вміст забруднювальних речовин, обсяги скидів).
- ↪ Державна гідрометеорологічна служба ДНС України:
- річкових, озерних, морських вод (гідрохімічні та гідробіологічні визначення, вміст забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів) на базовій мережі спостережень;
 - стихійних та небезпечних гідрометеорологічних явищ: повеней, паводків, селів, лавин тощо (у районах спостережних станцій).
- *МОЗ* (в місцях проживання і відпочинку населення, у тому числі на природних територіях курортів):

- поверхневих вод суші і питної води (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення);
- морських вод (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення);
- підземних вод, що використовуються для господарсько-питного водопостачання та бальнеологічного лікування (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення);
- мінеральних і термальних вод, лікувальних грязей, ропи лиманів та озер.

Головною вимогою до ведення моніторингу є методичне забезпечення типовості, репрезентативності, необхідної точності отриманих даних незалежно від відомчого підпорядкування, правового статусу та форми власності суб'єктів, які здійснюють державний моніторинг вод.

Дані, отримані в ході моніторингу, використовуються для прийняття рішень щодо поліпшення стану водних ресурсів. Це включає:

- ↳ забезпечення дотримання водного законодавства, де дані про якість води можуть бути використані для штрафних санкцій або зміни політики;
- ↳ попередження екологічних катастроф, оскільки раннє виявлення забруднень дозволяє вчасно вжити заходів;
- ↳ планування водокористування, що враховує стан водних ресурсів у конкретних регіонах.

2.2. Рівні та функціональна структура моніторингу поверхневих і підземних вод

У зв'язку з великою різноманітністю природних умов України, на її території сформувався широкий спектр водних об'єктів, які суттєво відрізняються гідрологічним режимом, розмірами, водністю, ступенем антропогенної трансформованості, екологічним станом, розвитком ерозійно-аккумулятивних процесів тощо. Як уже зазначалося, щоб охопити усю

багатоманітність водних об'єктів спеціалізованими дослідженнями, доцільно реалізувати багаторівневу систему їх моніторингу на:

- ✧ міжнародному рівні;
- ✧ національному рівні;
- ✧ регіональному рівні;
- ✧ локальному рівні;
- ✧ точковому рівні.

Завданням *міжнародного* моніторингу поверхневих і підземних вод є забезпечення контролю якості поверхневих вод на кордонах України з іншими державами, оцінка запасів водних ресурсів, визначення тенденцій їхніх змін під впливом природних і техногенних чинників, формування баз даних гідрологічної інформації, забезпечення їхнього використання при обґрунтуванні водоохоронних заходів та оптимізації водокористування.

Національний рівень. Провідним природним чинником, який істотно діє на структуру об'єктів моніторингу, є гідрологічні та гідрогеологічні умови території України. Вони характеризують головні типи поверхневих і підземних вод, закономірності їхнього поширення, умови залягання, особливості живлення та розвантаження, склад і властивості, ступінь природної захищеності від забруднення. Значну роль у формуванні режиму поверхневих та підземних вод відіграють рельєф, тектоніка, літологічний склад порід, кліматичні умови, гідрологічний режим тощо. Серед антропогенних чинників такими є характер, інтенсивність і тривалість техногенного впливу на водні об'єкти, інтенсивність природокористування у водозбірних басейнах тощо. Відрізняється цей рівень моніторингу також метою і завданнями, фінансовими і матеріально-технічними ресурсами, які виділяють на його здійснення.

На *регіональному* рівні моніторингу головна увага повинна звертатися на стеження за станом основних водних об'єктів кожного регіону України, особливо в зонах їх контакту з регіонами-сусідами. Головними пунктами спостережень тут виступають гідропости і пункти спостережень на основних ріках кожного регіону. Спостереженнями також охоплені водоносні горизонти,

поширені у межах артезіанських басейнів. Зазначимо лише, що не на всіх річках функціонують гідропости. Тому при реалізації регіонального рівня моніторингу доцільно буде проаналізувати достатність існуючої системи моніторингових пунктів на водних об'єктах та в разі потреби доповнити їх новими пунктами спостережень.

На *локальному* рівні моніторингу поверхневих та підземних вод головними об'єктами виступатимуть водосховища, ставки, меліоративні системи, окремі відтинки (ділянки) русел річок, зони впливу водозаборів поверхневих вод і функціонуючих руслових кар'єрів, зони скидання стічних вод, зони впливу на річки відстійників гірничо-хімічних виробництв тощо. Антропогенно-порушений режим функціонування водних об'єктів повинен контролюватися у зонах впливу водозаборів, на урбанізованих територіях, ділянках розробки родовищ корисних копалин і меліоративних системах, у місцях скидання стічних вод, функціонування рекреаційних комплексів та ін.

На *точковому* рівні об'єктами моніторингу виступатимуть підприємства, що використовують водні ресурси (промислові, комунальні, сільськогосподарські, рекреаційні тощо), тобто погіршують екологічний стан поверхневих вод. Серед великої кількості таких об'єктів (населених пунктів різного рангу, промислових підприємств тощо) вибираються репрезентативні – сільські, селищні, міські, промислові, промислово-рекреаційні та ін.; об'єктами можуть бути обрані також точки спостережень на малих річках та окремих екологічно небезпечних об'єктах (наприклад, Львівське сміттєзвалище) тощо.

Головним підходом до формування мережі моніторингових об'єктів має бути залучення до неї раніше створених об'єктів (пунктів спостережень), а також створення мережі нових (додаткових) пунктів (особливо на локальному і точковому рівнях моніторингу) з урахуванням ступеня їх репрезентативності для водних об'єктів різних природно-географічних районів.

Головними структурними елементами системи моніторингу поверхневих та підземних вод повинні бути:

А. Підсистема збору інформації про стан поверхневих і підземних вод (мережа об'єктів моніторингу). Вона представлена системою гідропостів і пунктів спостереження за станом підземних вод. Вигляд річкового гідропоста відображають світлини 2.1 і 2.2.

Б. Підсистема нагромадження та первинного опрацювання моніторингової інформації.

В. Підсистема моделювання та прогнозування змін стану водних об'єктів з блоками зберігання, пошуку, автоматизованого опрацювання, діагностування та прогнозування змін ситуації.

Г. Підсистема інформування споживачів про стан водних об'єктів.

Д. Підсистема управління станом водних ресурсів та об'єктів (водокористуванням та водоохороною).

2.3. Принципи та алгоритми реалізації моніторингу поверхневих і підземних вод

Головними принципами моніторингу поверхневих і підземних вод повинні виступати:

- комплексність – охоплення моніторингом широкого спектру водних об'єктів, гідроекологічних ситуацій та чинників їх формування;
- безперервність моніторингових досліджень і моніторингової інформації – система спостережень повинна відображати циклічність, безперервність, пульсаційність, дискретність природних і техногенних процесів, які розвиваються у водних об'єктах впродовж великих інтервалів часу;
- врахування і стеження насамперед за екстремальними та особливо небезпечними процесами та явищами, пов'язаними з поверхневими та підземними водами;
- забезпечення відповідності характерного часу розвитку водних та водно-екологічних процесів з тривалістю і періодичністю моніторингових спостережень за ними;



Світлина 2.1. Гідропост на р. Орява (Святослав) в Українських Карпатах.
Світлини О. Пилипович.



Світлина 2.2. Рівневий гідропост на р. Сян (м. Перемишль).

- метрологічне забезпечення ідентичності результатів, отриманих в різних пунктах моніторингових спостережень;
- забезпечення порівнюваності результатів моніторингових досліджень водних ресурсів та водних об'єктів, отриманих у різних країнах, областях і районах та ін.
- дотримання міжнародних стандартів опрацювання даних.

Моніторинг поверхневих і підземних вод повинен здійснюватися за відповідними алгоритмами. Ми пропонуємо наступний алгоритм реалізації моніторингу поверхневих та підземних вод:

- ↪ Аналіз існуючої мережі пунктів спостережень за станом поверхневих і підземних вод та створення її геопросторової (картографічної) моделі.
- ↪ Обґрунтування схеми оптимальної структури мережі моніторингових об'єктів та її картографічне відображення.
- ↪ Створення матеріально-технічного і фінансового забезпечення нормального функціонування мережі існуючих об'єктів моніторингу поверхневих та підземних вод.
- ↪ Створення нових пунктів, постів і станцій моніторингу поверхневих і підземних вод в разі недостатньо густої їх мережі.
- ↪ Розроблення програм моніторингу різнорангових водних об'єктів з відображенням спектру показників моніторингу і частоти спостережень.
- ↪ Створення комп'ютерної інформаційної мережі моніторингу водних об'єктів.
- ↪ Забезпечення функціонування мережі моніторингових об'єктів.
- ↪ Забезпечення надходження моніторингової інформації до центру моніторингу поверхневих і підземних вод.
- ↪ Забезпечення зберігання, систематизації, опрацювання, узагальнення та передачі даних до споживачів.
- ↪ Забезпечення моделювання та прогнозування водно-екологічних ситуацій.

- ↪ Забезпечення поширення моніторингової інформації та прогнозів.
- ↪ Забезпечення використання даних моніторингу для прийняття управлінських рішень в галузі водокористування та охорони вод.
- ↪ Використання моніторингової інформації для удосконалення (оптимізації) мережі моніторингових об'єктів.

Використання запропонованої схеми (алгоритму) моніторингу дозволяє оптимізувати як саму мережу моніторингу поверхневих і підземних вод, так і процеси отримання й узагальнення моніторингової інформації, покращити стан водних об'єктів, вирішувати водноекоекологічні проблеми.

Процес моніторингу та оцінювання стану вод варто розглядати головним чином як послідовність взаємопов'язаних операцій – від визначення інформаційних потреб до використання інформаційного продукту. Цей цикл операцій відображений на рис. 2.1.

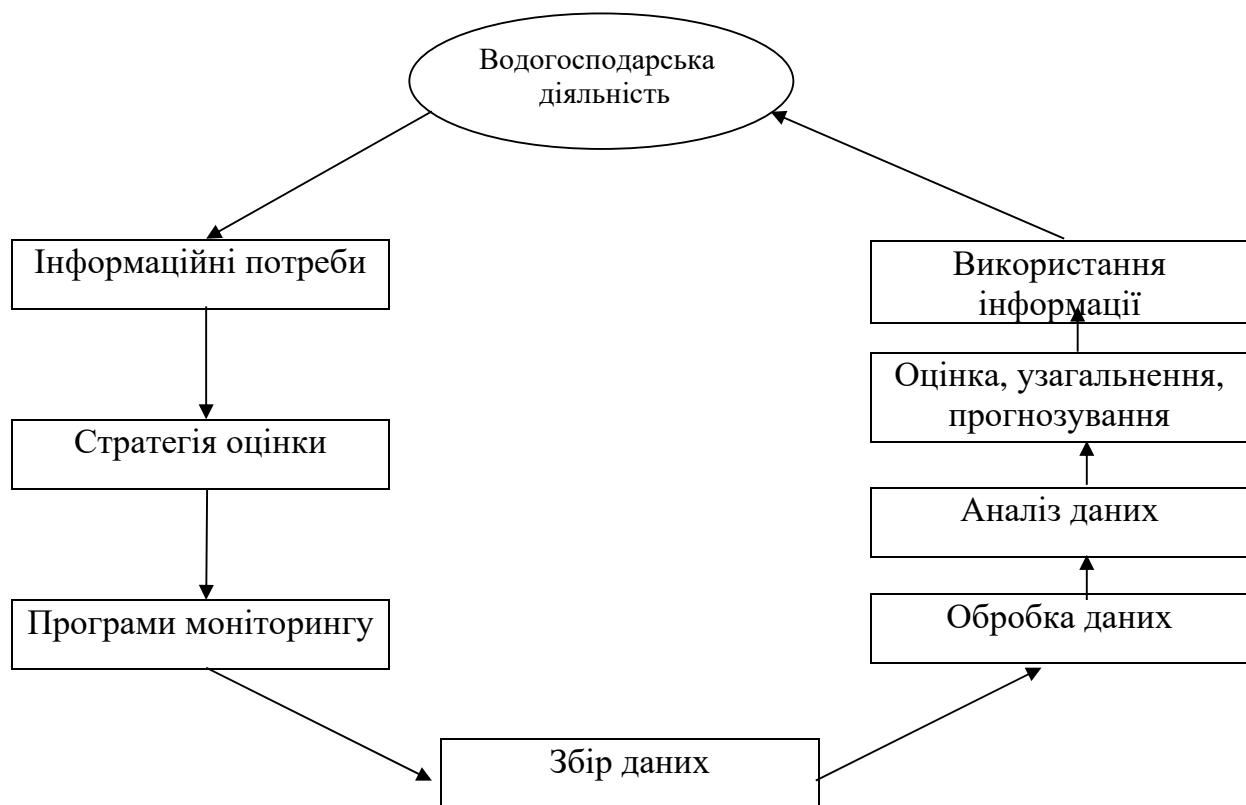


Рис. 2.1. Алгоритм реалізації процедури моніторингу вод.

Операції усього циклу моніторингу, які йдуть одна за одною, повинні плануватися з урахуванням потреб в інформаційному продукті і специфіки

моніторингових досліджень тих чи інших компонентів навколишнього середовища. При розробленні програми моніторингу й оцінювання стану водних об'єктів має враховуватися інформація, зібрана на попередніх стадіях досліджень стану навколишнього середовища в цілому і тих його складових, які впливають на стан водних об'єктів і водних ресурсів .

Оцінка отриманої інформації може привести до появи нових інформаційних потреб або коригування попередніх і, відповідно, до ініціювання нової послідовності операцій, удосконалення системи моніторингу.

Контрольні запитання

- 1. Що називається моніторингом поверхневих вод?*
- 2. Сформулюйте мету моніторингу поверхневих і підземних вод.*
- 3. Назвіть головні завдання моніторингових досліджень водних об'єктів.*
- 4. Вкажіть головні об'єкти моніторингу поверхневих і підземних вод.*
- 5. Дайте перелік суб'єктів державного моніторингу вод.*
- 6. На яких рівнях здійснюється моніторинг водних об'єктів в Україні?*
- 7. Назвіть головні структурні елементи системи моніторингу поверхневих і підземних вод.*
- 8. Сформулюйте головні принципи моніторингу поверхневих і підземних вод.*
- 9. Для чого складають алгоритми моніторингу водних об'єктів?*
- 10. Яке теоретичне і прикладне значення моніторингу поверхневих і підземних вод?*

Використана та рекомендована для самостійного опрацювання література

1. Водний моніторинг річки Свиня. Жовква, 1999. 98 с.
2. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. Харків : УкрНДІЕП, 2001. 54 с.
3. *Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля : підручник. Київ : Академія, 2006. 360 с.
4. *Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля:

- підручник. 2-ге вид., доп. та перероб. Рівне : НУВГП, 2023. 350.с.
5. *Козловський Б. І.* Наукові основи моніторингу осушених земель (на прикладі західних областей України). Львів, 1995. 189 с.
 6. Програма регіонального моніторингу поверхневих вод басейну вибраної ріки. Замость : Бібліотека Моніторингу Середовища, 1996. 80 с.

РОЗДІЛ 3

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК СКЛАДОВА ВОДНОГО МОНІТОРИНГУ

3.1. Співвідношення понять „водний моніторинг” та „гідроекологічний моніторинг”. Об’єкти і суб’єкти моніторингу.

Водний моніторинг – це система планомірних спостережень, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про стан вод, прогнозування його змін та розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі використання, охорони вод і відтворення водних ресурсів. Він здійснюється на державному рівні та включає два напрямки:

- а) спостереження за кількістю вод;
- б) стеження за якістю і використанням вод.

Гідроекологічний моніторинг – аналогічна система, специфіка якої полягає у зосередженні уваги на відстежуванні водноекологічних проблем (якість поверхневих і підземних вод, їх забруднення, очищення і самоочищення; вплив забруднення вод на водні організми та екологічний стан водних екосистем), оцінюванні впливу зовнішніх і внутрішніх чинників на екологічний стан водних об’єктів та екосистем; обґрунтуванні заходів з відновлення водних екосистем та покращання якості поверхневих вод. Він розглядається як багатоцільова інформаційно-моделювальна система, за допомогою якої здійснюється відстежування, оцінювання та прогнозування екологічного стану водних екосистем, водних об’єктів та їхніх басейнів з метою ідентифікації джерел негативного впливу на зазначені екосистеми, отримання достовірної інформації для прийняття водо- і природоохоронних рішень.

Таким чином, гідроекологічний моніторинг є частиною водного моніторингу. Водночас водний та гідроекологічний моніторинг є складовими геоекологічного моніторингу навколишнього природного середовища.

Об’єктом гідроекологічного моніторингу виступає не просто вода, а водні екосистеми (озера, річки, водосховища, ставки, моря) та їх складові –

водне середовище, водні організми, оточення водної маси, донні відклади та антропогенна діяльність (насамперед ті її види, які пов'язані з водними ресурсами і водним середовищем і впливають на їхній екологічний стан).

Таким чином, до *об'єктів* гідроекологічного моніторингу відносять:

1. Природні водні екосистеми (річки, озера, моря) та їхні водні маси (поверхневі і підземні води суші, морські води).
2. Штучні водні екосистеми (водосховища, ставки, канали, відстійники тощо).
3. Джерела і чинники забруднення вод та водних екосистем (сільське господарство, промисловість, комунальне, рекреаційне, лісове, водне господарство, будівництво тощо).
4. Донні відклади як джерело надходження поживних і шкідливих речовин у водне середовище.
5. Тваринний і рослинний світ водних екосистем.
6. Атмосферні опади як джерело поповнення запасів поверхневих і підземних вод і чинник впливу на їхню якість.
7. Процеси, що відбуваються у водних екосистемах і чинники, які впливають на них.

Концептуальні засади системи гідроекологічного моніторингу передбачають обґрунтування програми, створення відповідної мережі спостережень, виконання досліджень, формування баз і банків даних гідроекологічної інформації, узагальнення отриманих даних, прогнозування змін екоситуації та обґрунтування управлінських рішень.

Головними результатами здійснення гідроекологічного моніторингу виступають:

- дані спостережень за водними об'єктами і водними екосистемами, які відображають їхній стан на певній території у конкретний момент часу;
- узагальнені дані про екологічний стан водних об'єктів та водних екосистем, які стосуються певного періоду часу або відтинку (частини) чи усього водного об'єкту;

- індекси і комплексні показники екологічного стану вод, які отримуються на основі даних спостережень шляхом розрахунків за відповідними формулами;
- дані про джерела негативного впливу на водні об'єкти і водні ресурси;
- прогнози стану водних об'єктів і водних ресурсів та їхніх змін;
- науково-обґрунтовані рекомендації щодо покращання якості вод, недопущення забруднення, оптимізації функціонування водних екосистем.

Головною *метою* налагодження системи спостережень і контролю за забрудненням водних об'єктів (екосистем) є отримання інформації про природну якість води, оцінювання її змін внаслідок дії антропогенних факторів, обґрунтування схем раціонального водокористування і водоохоронних заходів.

Таким чином, у процесі моніторингу необхідно отримати дані про джерела забруднення, склад і характер забруднень, реакцію гідробіонтів на зміни стану водних об'єктів, загальну оцінку екологічного стану аквасистем.

Служба спостереження за станом водних об'єктів та водних екосистем і контролювання якості поверхневих та підземних вод розв'язує такі завдання:

- 1) спостереження і контролювання рівня забруднення водного середовища за гідрохімічними, гідрофізичними та гідробіологічними показниками;
- 2) виявлення динаміки вмісту забруднювальних речовин та умов, за яких відбуваються коливання рівня забруднення водних екосистем;
- 3) встановлення закономірностей розвитку процесів самоочищення і накопичення забруднювальних речовин у донних відкладах, водних організмах та екосистемах в цілому;
- 4) встановлення закономірностей винесення розчинених і забруднювальних речовин через гирлові створи річок у моря та забруднення їх екосистем.

Перші оцінки ступеня забрудненості вод були зроблені ще на початку ХХ століття. Вони ґрунтувалися на дослідженні гідробіологічних показників – так

званій системі сапробності Кольквітця і Марсона (1909 р.) – встановленні вмісту у воді органічних речовин, що розкладаються і їх фізико-хімічних характеристик (класифікація водних об'єктів розроблена Королівською комісією зі стічних вод в Англії у 1912 р.). Спостереження здійснювалися тільки за впливом на водні об'єкти головного на той час джерела забруднення – господарсько-побутових стічних вод. Необхідність проведення систематичних спостережень за станом поверхневих вод, їх зміною внаслідок впливу природних та особливо антропогенних чинників була усвідомлена тільки наприкінці 60-х років минулого століття. З цією метою почали створюватися національні системи моніторингу довкілля, складовою яких є система моніторингу поверхневих і підземних вод, а віднедавна – гідроекологічного моніторингу.

За головними структурними ознаками національні системи моніторингу вод в різних країнах належать до трьох типів:

- 1) у країні діє єдина загальнонаціональна мережа гідрологічних і гідрохімічних станцій і постів;
- 2) паралельно діють кілька рівноцінних мереж збору інформації;
- 3) пріоритетними є одна-дві мережі контролю якості води, а їх доповнюють регіональні структури.

До країн першого типу моніторингу вод належать Велика Британія, Канада, Нідерланди, Японія; другого – Швеція; третього – США, Україна та деякі інші пострадянські держави. За кордоном у 1977 р. розпочалися роботи за міжнародною програмою UNEP/Water (United Nation Environment Protection) щодо спостережень за станом прісних вод, яка входить до системи глобального моніторингу навколишнього середовища (таблиця 3.1).

Систему глобального моніторингу прісних вод утворюють 344 станції (з них 240 – на річках, 43 – на озерах, 61 – на джерелах підземних вод). Станції розташовані у такий спосіб, щоб вести спостереження як на незабруднених, так і на забруднених територіях. Усі дані спостережень акумулюються в Канадському центрі континентальних вод (м. Барлінгтон, провінція Онтаріо) з

метою вивчення стану забруднення прісних вод та розроблення світових стандартів чистої води. До цієї програми не приєдналися країни колишнього СРСР, Східної Європи та Африки.

Таблиця 3.1

**Мережа пунктів контролю поверхневих вод у різних країнах світу
[Клименко М.О. та ін., 2006]**

| Країна | Площа, тис. км² | Кількість пунктів (станцій, постів) | Густота мережі, км² на один пункт |
|-----------------|---------------------------------------|--|---|
| Австрія | 84 | 700 | 120 |
| Білорусь | 208 | 130 | 1 600 |
| Велика Британія | 244 | 250 | 877 |
| Індія | 3 288 | 302 | 10 889 |
| Італія | 301 | 489 | 615 |
| Канада | 9 976 | 1 116 | 8 939 |
| Китай | 9 507 | 3 189 | 3 009 |
| Нідерланди | 41,2 | 260 | 158 |
| Німеччина | 357 | 1 122 | 318 |
| Норвегія | 324 | 607 | 534 |
| Польща | 313 | 690 | 453 |
| Росія | 17 075 | 3 470 | 4 920 |
| США | 9 363 | 60 000 | 156 |
| Фінляндія | 337 | 595 | 566 |
| Франція | 551 | 1 005 | 548 |
| Швейцарія | 41,3 | 332 | 124 |
| Швеція | 450 | 590 | 763 |
| Японія | 372 | 4 200 | 89 |

Основними суб'єктами моніторингу є державні установи, що відповідають за охорону навколишнього середовища та водні ресурси.

Як уже зазначалося, в Україні до провідних суб'єктів державного моніторингу (зокрема моніторингу вод) належать: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (у т.ч. Держекоінспекція й Департаменти екології та природних ресурсів в областях); Державне агентство водних ресурсів України; Держгеонадра (у т.ч. геологічні територіальні організації); Державна служба з надзвичайних ситуацій (організації

Гідрометеорологічної служби України).

Міністерство охорони навколишнього середовища: здійснює загальний нагляд і координує виконання моніторингових програм. Державні екологічні інспекції: забезпечують контроль за дотриманням екологічного законодавства та проведенням досліджень. Науково-дослідні інститути: проводять детальні аналізи та розробляють рекомендації для покращення стану водних ресурсів. Також до виконання моніторингових досліджень залучаються інші організації, зокрема приватні лабораторії, що виконують спеціалізовані аналізи, та громадські організації, які здійснюють незалежний контроль за станом водних ресурсів.

Головними завданнями цих установ за предметними напрямками моніторингу кількості та якості вод є:

- 1) моніторинг джерел скидів стічних вод на предмет контролювання вмісту забруднювальних речовин (у т.ч. радіонуклідів), моніторинг поверхневих вод та водних об'єктів у межах природоохоронних територій стосовно фонові кількості забруднювальних речовин, зокрема радіонуклідів;
- 2) моніторинг річкових, озерних, морських вод (гідрохімічні та гідробіологічні визначення, спостереження за вмістом забруднювальних речовин, у т. ч. радіонуклідів), радіаційного стану (на пунктах стаціонарної мережі та за результатами обстежень), стихійних та небезпечних природних явищ (повені, паводки, селі тощо), що можуть впливати на якість вод;
- 3) моніторинг поверхневих вод суші і питної води, а також морських вод (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення) в місцях проживання і відпочинку населення;
- 4) моніторинг поверхневих вод сільськогосподарського призначення (токсикологічні і радіологічні визначення, аналіз вмісту залишкових кількостей пестицидів, агрохімікатів, важких металів);

Взаємовідносини *суб'єктів* водного та гідроекологічного моніторингу ґрунтуються на:

- координації дій при плануванні, організації і проведенні спостережень та спільних заходів з моніторингу;
- взаємній інформаційній підтримці рішень у галузі охорони вод, екологічної безпеки та раціонального використання водних ресурсів;
- ефективному використанні в системі моніторингу вод наявних організаційних структур, засобів спостережень та сучасних інформаційних технологій;
- сприянні ефективному розв'язанню спільних завдань моніторингу та екологічної безпеки;
- відповідальності за повноту, своєчасність і достовірність даних спостережень та інформації, що надається користувачам;
- безкоштовному інформаційному обміні у рамках системи моніторингу вод та водних екосистем, колективному використанні її інформаційних ресурсів.

Призначення та забезпечення моніторингу. Загальна стратегія гідроекологічного моніторингу полягає в орієнтації системи на вирішення таких завдань:

- ↪ визначення показників стану та динаміки забруднення водних систем;
- ↪ визначення кількісних та якісних показників антропогенного навантаження на водні ресурси і водні екосистеми та його динаміки;
- ↪ визначення показників впливу на стан водних ресурсів і водних екосистем стихійних та екстремально-небезпечних природних явищ;
- ↪ визначення якісних та кількісних показників, що характеризують транскордонний вплив забруднень на стан водного середовища і водних екосистем.

За *призначенням* гідроекологічний моніторинг поділяється на такі види:

1. *Фоновий моніторинг* – здійснюється на водних об'єктах, водозбірні басейни яких перебувають під мінімальним опосередкованим

(непрямим) антропогенним впливом, з метою виявлення закономірностей розвитку та оцінки і прогнозування змін стану водних екосистем. Такими об'єктами є водні екосистеми природно-заповідних територій.

2. *Загальний моніторинг* – вивчення стану водних об'єктів на державній мережі пунктів спостережень, розташованих у різних природно-господарських умовах, дослідження антропогенного впливу на водні об'єкти й екосистеми, відстежування стану водних ресурсів та водних екосистем у місцях активного їх використання (водозабори, річки, водойми тощо).
3. *Кризовий моніторинг* – стеження за станом вод і водних екосистем в зонах підвищеного ризику їх забруднення, в місцях впливу аварій і надзвичайних ситуацій на водні об'єкти. Це спостереження, що організовані за спеціальними програмами з метою забезпечення оперативного реагування на кризові та надзвичайні екологічні ситуації, аналізу та оцінки ризиків, кількісної характеристики небезпеки для населення і водного середовища, прогнозування можливих негативних наслідків і прийняття рішень щодо їх ліквідації, створення нормальних умов для життєдіяльності населення і господарювання, забезпечення відтворення водних ресурсів і збереження водних екосистем.

Для здійснення державного водного (в ширшому розумінні - гідроекологічного) моніторингу розробляються національні, регіональні, відомчі і локальні програми. В них визначається мережа пунктів моніторингу, показники режимних спостережень, регламентуються способи збирання, передавання, оброблення та використання інформації. Наказом Міндовкілля № 29 від 08.01.2025 р. «Про затвердження Програми державного моніторингу вод» була затверджена програма моніторингу вод на 2025 рік з урахуванням пропозицій Держводагентства України. Моніторинг охоплюватиме 7 річкових

басейнів – Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Дону, Вісли та Причорномор'я.

Моніторинг вестиметься у 547 пунктах, з них 139 – на масивах поверхневих вод, з яких здійснюється забір води для потреб населення. При цьому:

- у 87 пунктах здійснюватиметься діагностичний моніторинг;
- у 445 пунктах - операційний моніторинг;
- у 15 пунктах – дослідницький моніторинг.

Дослідження вестимуть:

- ДСНС (центри з гідрометеорології) – за біологічними, гідроморфологічними та фізико-хімічними показниками;
- Держводагентство – за фізико-хімічними, хімічними пріоритетними та басейновими специфічними показниками.

Програма моніторингу масивів поверхневих вод є важливим інструментом для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку. Завдяки систематичному збору даних, використанню сучасних технологій та залученню громадськості, вона дозволяє ефективно контролювати стан водних ресурсів, попереджати забруднення та забезпечувати раціональне використання поверхневих вод нашої держави.

Науково-методичне забезпечення моніторингу вод створюється науковцями, фахівцями Міндовкілля та Державних управлінь охорони навколишнього природного середовища. До науково-методичного забезпечення входить:

- розробка концепції державного водного і гідроекологічного моніторингу;
- розробка програм моніторингу вод і водних екосистем;
- обґрунтування системи критеріїв оцінки якості вод та показників екологічного стану вод і водних екосистем;
- створення методичних рекомендацій для ведення моніторингу поверхневих і підземних вод;

- створення геоінформаційних систем, які б відображали просторово-часові аспекти моніторингу поверхневих і підземних вод та водних екосистем.

Головною складовою *метрологічного забезпечення* моніторингу є стандартизація всіх вимірювальних пристроїв. Перевірка покладена на Держстандарт України, територіальні органи державної метрологічної служби.

Матеріально-технічне і фінансове забезпечення моніторингу. На рівні національного моніторингу цю функцію покладено на Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, яке здійснює фінансування моніторингових досліджень. В бюджеті закладені кошти на проведення фонового і кризового моніторингу. На регіональному рівні кошти для здійснення моніторингу вод виділяються з обласного бюджету, а також вони беруться із спеціальних природоохоронних фондів, які створені при обласних державних управліннях охорони навколишнього природного середовища. За ці кошти обновлюють обладнання і методику, виконують програму моніторингу.

Сучасні технології, такі як дистанційне зондування та автоматизовані вимірювальні станції, стали основою забезпечення реалізації програми моніторингу. Це дозволяє не тільки оперативно отримувати дані, а й аналізувати їх у реальному часі. Наприклад, автоматизовані системи можуть відстежувати зміни в хімічному складі води та попереджати про можливі загрози для здоров'я людини чи екосистеми.

3.2. Особливості ведення гідроекологічного моніторингу

Моніторинг джерел забруднення. До джерел забруднення вод відносять: стічні води промислових і комунально-побутових підприємств; зворотні води; аварійні скиди рідких продуктів і відходів; втрати продуктів і матеріалів при видобуванні корисних копалин в акваторіях; води поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь; фільтрація забруднювальних речовин з технологічних водойм та сховищ у підземні водоносні горизонти; надходження

шкідливих речовин у воду з донних відкладів (вторинне забруднення); інші джерела негативного впливу на стан водних об'єктів та водних екосистем, за якими здійснюють спостереження.

З усіх джерел забруднення води основне значення мають промислові стічні води. Найбільшими забруднювачами поверхневих і підземних вод є:

- кольорова металургія;
- коксохімія;
- важке, енергетичне і транспортне машинобудування;
- комунальне і сільське господарство.

Основними чинниками забруднення природних вод виступають:

1. *Атмосферні води*, які несуть значну кількість поллютантів (забруднювачів), що вимиваються з повітря і мають переважно промислове походження. При стіканні по схилах атмосферні і талі води додатково захоплюють з собою значну кількість мінеральних речовин ґрунту. Особливо небезпечні стоки з міських вулиць і промислових майданчиків, які несуть значну кількість нафтопродуктів, важких металів, кислот тощо.
2. *Міські стічні води*, до складу яких входять побутові стоки, що містять фекалії, детергенти (поверхнево-активні речовини), мікроорганізми, у тому числі патогенні.
3. *Промислові стічні води*, що утворюються у найрізноманітніших галузях виробництва, серед яких найактивніше споживає воду чорна металургія, хімічна, лісохімічна, нафтопереробна промисловість.

При забрудненні або небезпеці забруднення підземних вод обсяг і спосіб спостережень за їх режимом або якістю визначається геологічними територіальними організаціями Міндовкілля та МОЗ залежно від значення і виду їх використання, а також з урахуванням можливих наслідків їх забруднення.

До джерел потенційного забруднення підземних вод належать:

- ↪ місця акумуляції промислової продукції, відходів виробництва та побутових відходів;
- ↪ сільськогосподарські або інші угіддя, на яких застосовують мінеральні добрива, пестициди та інші хімічні речовини в обсягах, що перевищують гранично допустимі норми;
- ↪ забруднені ділянки поверхневих водних об'єктів, які живлять підземні води;
- ↪ забруднені ділянки водоносного горизонту, природно або штучно пов'язаного з суміжними водоносними горизонтами;
- ↪ промислові майданчики підприємств, поля для фільтрації, бурові свердловини та інші гірничі виробки;
- ↪ полігони захоронення та накопичувачі рідких забруднених речовин, відходів виробництва і стічних вод тощо;
- ↪ полігони твердих побутових і промислових відходів.

Для моніторингу джерел забруднення вод встановлюють перелік показників, які є обов'язковими при спостереженнях за будь-якими джерелами забруднення. Перелік обов'язкових показників водного моніторингу може бути таким:

- ✧ завислі речовини;
- ✧ мінералізація води (сухий залишок);
- ✧ сульфати;
- ✧ хлориди;
- ✧ азот амонійний;
- ✧ нітрати;
- ✧ нітрити;
- ✧ фосфати;
- ✧ нафтопродукти;
- ✧ біохімічне споживання кисню (БСК₅);
- ✧ хімічне споживання кисню (ХСК);
- ✧ рівень токсичності води (на основі біотестування);

- ✧ показники бактеріологічного забруднення води;
- ✧ рівень радіоактивності води;
- ✧ водневий показник (рН);
- ✧ температура.

З цих 17 показників контролю можуть бути виключені лише ті, які мають істотно менші значення, ніж їхні ГДК протягом усього періоду спостережень. Перелік контрольованих показників може бути доповнений з урахуванням особливостей місцевих умов за пропозицією обласних Державних управлінь охорони навколишнього природного середовища Міндовкілля.

Гідроекологічний моніторинг може здійснюватися державними службами і громадськими організаціями. Напівкількісні чи навіть якісні методи можуть використовуватися в освітніх цілях, для залучення населення і влади до вирішення проблем конкретної річки чи водного об'єкту іншого типу. Ці методи можуть бути достатніми для ведення моніторингових спостережень лише за кількома найважливішими параметрами гідроекологічного стану водного об'єкта. Серед них вирішальне значення може мати добре організований моніторинг джерел забруднення річки.

Громадський *моніторинг джерел забруднень* водних об'єктів включає *картографування, ідентифікацію та опис* джерел, які впливають на якість води і стан річки в цілому або джерел забруднення води, а також визначення шляхів і можливостей їх ліквідації.

Картографування джерел забруднень передбачає складання карти чи масштабованої схеми ділянки, на якій будуть досліджуватися джерела забруднень. При цьому, зокрема, позначаються:

- *урбо- та промислові об'єкти* – міські поселення в цілому, промислові підприємства, заводи, розробки родовищ корисних копалин, транспортні системи тощо. Бажано вказати виробничі характеристики цих об'єктів;
- *населені пункти* – розміщення головних житлових кварталів і господарських дворів, комунально-побутових закладів, організованих

дворів, комунально-побутових закладів, організованих і стихійних сміттєзвалищ, очисних споруд, комунально-побутових стоків;

- *сільськогосподарські угіддя* – рілля, пасовища, сади, сіножаті; склади міндобрив, ферми, гноєнакопичувачі тощо, їхня площа;
- *природні ландшафти* – їх розташування в річковій долині, основні види біоценозів (ліси, луки, болота...), площа, співвідношення між ними.

При картографуванні використовують систему позначень, яка встановлюється самими дослідниками. За зразок можна взяти типові позначення (умовні знаки), що застосовуються при складанні топографічних карт. За результатами картографування визначаються головні перетини, вздовж яких ведуться систематичні моніторингові спостереження за джерелами забруднень, а також перетини для ведення гідрохімічного моніторингу річкових вод та оцінювання впливу забруднень на якість води і стан водних біоценозів.

Ідентифікація джерела забруднення передбачає визначення головних забруднюючих речовин, що можуть надходити з даних угідь та об'єктів.

При *описі джерел забруднення* потрібно зазначити спосіб надходження забруднюючих речовин, їхню орієнтовну кількість, хімічний склад. Для збільшення точності і зручності ведення гідроекологічного моніторингу джерела забруднень доцільно розділити на:

- *розсіяні джерела*, коли на окремій досить протяжній ділянці в річку більш-менш рівномірно з поверхнево-схилувим стоком надходять забруднення. Саме такими джерелами є сільськогосподарські угіддя – поля, пасовища або інші об'єкти, що мають протяжне розміщення вздовж річкової долини і постачають забруднення у річки та водойми;
- *зосереджені джерела забруднень* – змиви і поверхневий стік з невеликих територій: з тваринницьких комплексів, з господарських дворів, з територій заводів, з інших промислових об'єктів, з вулиць і транспортних систем тощо. Забруднення поступають не в одному місці, а на невеликій ділянці річки;

- *точкові* джерела забруднень – це прямі стоки, що потрапляють в річку із труб і рівчачків чи іншим способом, в одному місці. Такими джерелами забруднень також можуть бути гноєнакопичувачі, сміттєзвалища, меліоративні канали тощо, з яких забруднення здатне поступати прямим потоком або фільтруватися в одному місці безпосередньо до річки.

За місцем локалізації у річковій екосистемі і за рівнем негативного впливу на річку забруднення доцільно охарактеризувати як такі, що потрапляють:

- ✧ безпосередньо в річку;
- ✧ у прибережну захисну смугу;
- ✧ у водоохоронну зону, тобто переважно у річкову долину.

У другому і третьому випадках забруднення потрапляють у річку переважно фільтруючись через ґрунт або з дощовими водами, іноді під час повені. Остання буває періодично, тому при моніторингових дослідженнях треба зазначати, коли була повінь.

З різних типів територій у річку надходять характерні для сучасного стану природокористування забруднювальні речовини.

Території міст. З територій міст до річок потрапляють як контрольовані стоки (скиди стічних вод з підприємств та з міських очисних споруд), так і неконтрольовані поверхневі, що попадають до русел безпосередньо або через зливову каналізацію. Остання може мати власні очисні споруди або відстійники. Як правило, стоки з території міст мають весь спектр забруднювальних речовин, а їхня кількість залежить від розмірів житлових масивів та обсягів виробництва. Переважна більшість підприємств мають очисні споруди, але дуже часто вони неефективні і не забезпечують повноцінного очищення стоків, у складі яких серед індиферентних інгредієнтів містяться і досить токсичні речовини.

Території сіл. Вміст стоків з цих територій близький до стоків попереднього типу, але переважна більшість дрібних міст і сіл не має очисних

споруд і в річки потрапляють лише поверхневі стоки. Їхній вміст, крім значної кількості механічних завислих частинок, має великий відсоток органічних речовин та біогенних, які призводять до значного підвищення трофності гідроекосистем, особливо якщо проточність річки регулюється ставками та шлюзами.

Території з сільськогосподарськими угіддями. В стоках з цієї категорії територій домінують органічні, біогенні речовини та пестициди. Поверхневі стоки з полів та пасовищ, як правило, призводять до порушення природного балансу цих речовин у водоймі, що веде до трансформації властивостей водних екосистем, спричиняє евтрофування поверхневих вод.

Категорія непорушених ландшафтів. Ця категорія ландшафтів майже зникає, але саме природні ландшафти є ідеальним біологічним фільтром, завдяки якому у річки потрапляє лише чиста вода, невелика кількість мікроелементів та мікроорганізмів. Внаслідок розорювання земель з сучасного ландшафту зникли степи, більшість лісів набрали статусу штучного походження, рідко де збереглися природні луки і болота. Сьогодні природні елементи ландшафту перебувають або на певній стадії антропогенної деградації, або знищені.

При проведенні моніторингу джерел забруднень на певній ділянці річки бажано спочатку ознайомитися з існуючим тут характером господарської діяльності, видами виробництва, підприємствами, чиї стоки ймовірно потрапляють у річку. Знаючи джерела забруднень, можна прогнозувати хімічний склад води об'єкта й екологічні наслідки впливу на нього.

Одним з ключових аспектів успіху є залучення громадськості до процесу моніторингу та контролю за станом водних ресурсів. Це досягається через прозорість даних та регулярне інформування населення про результати моніторингу. Громадський контроль дозволяє зменшити ризики забруднення та сприяти відповідальному ставленню до водних ресурсів.

3.3. Принципи організації мережі гідроекологічного моніторингу

Гідроекологічний моніторинг поверхневих та підземних вод передбачає створення:

- стаціонарної мережі пунктів спостережень за природним складом вод, забрудненням поверхневих і підземних вод та водних екосистем;
- спеціалізованої мережі пунктів спостережень за забрудненими водними об'єктами;
- тимчасової експедиційної мережі пунктів спостережень.

Мережі спостережень створюються з врахуванням певних вимог:

- 1) надання переваги вивченню і контролюванню антропогенного впливу на поверхневі та підземні води;
- 2) забезпечення типовості об'єктів моніторингу, систематичності і комплексності спостережень за фізичними, хімічними та біологічними показниками стану вод і відповідними гідрологічними параметрами;
- 3) узгодження термінів спостережень з характерними гідрологічними ситуаціями (фазами гідрологічного режиму);
- 4) визначення показників якості води за допомогою єдиних стандартних методів;
- 5) забезпечення оперативності одержання інформації про якість води.

Головним принципом організації спостережень повинна бути їх комплексність, яка передбачає узгоджену програму робіт з гідрохімії, гідрології, гідробіології та забезпечує моніторинг якості води за фізичними, хімічними, гідробіологічними та гідроморфологічними показниками.

Найважливішим етапом організації робіт є вибір місця розташування пункту спостереження. Моніторинг забруднення вод проводиться на постійних і тимчасових пунктах спостереження, які розміщують у місцях з різними наслідками впливу господарської діяльності.

Головними господарськими і природними об'єктами, які потребують гідроекологічного моніторингу виступають:

- місця скидання стічних і зливових вод міст, селищ, сільськогосподарських комплексів;

- місця скидання стічних вод окремих підприємств, ТЕС, АЕС;
- місця скидання колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель;
- кінцеві створи великих і середніх річок, які впадають в моря, внутрішні водоймища;
- кордони країн, які перетинаються транзитними річками;
- кінцеві гідрологічні створи річкових басейнів, за якими складають водогосподарські баланси;
- гирлові зони забруднених приток головної річки.

Пункти спостережень, контрольовані створи. Пункт спостереження за якістю поверхневих вод, їх екологічним станом – це місце на водотоці або водоймищі, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні і кількісні характеристики стану водного об'єкта. Пункти стаціонарної мережі спостереження поділяються на чотири категорії:

1. Пункти спостережень *першої категорії*. Їх розміщують на водотоках і водоймищах, що мають особливо важливе народногосподарське значення в тому випадку, коли існує ймовірність перевищення концентрації певних речовин (елементів).
2. Пункти спостережень *другої категорії*. Їх розташовують на водних об'єктах, які знаходяться в районах промислових міст, селищ з централізованим водопостачанням, у місцях відпочинку населення, в місцях скидання колекторно-дренажних вод з сільськогосподарських полів, на граничних і кінцевих створах річок.
3. Пункти спостережень *третьої категорії*. Вони розміщуються на водних об'єктах, що характеризуються помірним або слабким господарським навантаженням (в районах невеликих населених пунктів та промислових підприємств).
4. Пункти спостережень *четвертої категорії*. Їх створюють на незабруднених водних об'єктах (фонових ділянках).

Пункти спостереження розташовують з урахуванням стану та перспектив використання водних об'єктів. Цю інформацію отримують на підставі попередніх досліджень, які передбачають:

- збирання та аналіз відомостей про водокористувачів, джерела забруднення вод, аварійні скиди забруднюючих речовин, що відбувалися
- раніше, даних про режимні, фізико-географічні, морфометричні ознаки водойми або водостоку;
- обстеження водойми або водотоку та прибережних водоохоронних смуг з метою визначення їх стану, виявлення додаткових джерел забруднення, визначення зон забрудненості та переліку специфічних забруднюючих речовин, виокремлення характерних біотопів.

У пункті спостереження дослідження ведуть на одному або кількох створах.

Створ пункту спостереження – умовний поперечний перетин водоймища або водотоку, де проводиться комплекс робіт для одержання інформації про якість води, стан річища або каналу, розвиток гідрологічного чи іншого процесу тощо. Створи розміщують з урахуванням гідрометричних умов і морфологічних особливостей водоймища або річки, наявності джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод, зокрема зворотних.

На водотоках у разі відсутності організованого скидання зворотних вод, у гирлах забруднених приток, на незабруднених ділянках водотоків, на передгреблевих ділянках річок, на кінцевих ділянках річок і в місцях перетину державного кордону України встановлюють *один створ*.

При наявності організованого скидання зворотних вод на водотоках встановлюють *два* і більше створів. *Перший* (фоновий) створ рекомендовано розміщувати на відстані 0,5 км вище від джерела забруднення. *Другий* створ призначається для контролю за зміною якості води водотоку поблизу місця випускання стічних вод, тобто в зоні забруднення. Якщо на річці є водозабори, то згідно з санітарними нормативами, другий створ бажано розташувати на

відстані 1 км вище від найближчого водозабору. На річках, що використовуються для рибогосподарських потреб, цей створ встановлюють на відстані 0,5 км нижче по течії від місця скидання стічних вод, а на водоймищах – 0,5 км в бік найвираженішої течії. У містах і селищах, де є багаточисельні скидання стоків, контрольний створ розміщують на відстані 0,5-1 км нижче від останнього колектора. *Третій* створ розміщують у такий спосіб, щоб дані спостережень характеризували якість води водного потоку загалом, тобто у місці достатнього змішування стічних вод з водами річки.

Кожний створ має кілька промірних вертикалей та горизонталей. Їх розташування визначається характером скидів, особливостями течії водоймища або водостоку, рельєфом дна.

Вертикаль створу – умовна вертикальна лінія від поверхні води до дна водоймища або водостоку, на якій здійснюють дослідження для отримання інформації про якість води, швидкість течії і режим стоку. Кількість вертикалей у створі на водотоці визначають з урахуванням умов змішування вод водотоку із зворотними водами, а також з водами приток. При неоднорідному хімічному складі води у створі встановлюють не менше трьох вертикалей: на стрижні (лінія найбільших поверхневих швидкостей течії річки) та на віддалі 3-5 м від берегів, а при однорідному хімічному складі – одна вертикаль на стрижні водотоку. Кількість вертикалей у створі на водоймах зумовлена шириною зони забруднення. Першу вертикаль розміщують на відстані не більше 0,5 км від місця скидання зворотних вод, останню – безпосередньо за межею зони забруднення.

Горизонт створу – зона на вертикалі (в глибину), де виконують комплекс досліджень для отримання інформації про якість вод. Кількість горизонтів на вертикалі визначають з урахуванням глибини водного об'єкта. За глибини до 5 м встановлюють один горизонт біля поверхні води (влітку – 0,3 м нижче поверхні, взимку – біля нижньої поверхні льоду). Якщо глибина становить від 5 до 10 м, виокремлюють два горизонти: біля поверхні і поблизу дна (на відстані 0,5 м від дна). У разі, коли глибина більша 10 м, встановлюють три горизонти:

біля поверхні, посередині та поблизу дна. При глибині більше 100 м встановлюють горизонти: біля поверхні, на глибинах 10, 20, 50, 100 м та біля дна. Крім цього, необхідно встановити додаткові горизонти в кожному шарі стрибка густини (температури) води.

Раціональне розміщення пунктів спостережень, систематичність, точність і комплексність при здійсненні моніторингу поверхневих вод дають змогу отримати достовірну інформацію, яка може бути використана як з практичною, так і з теоретичною метою. Наявність автоматизованих станцій і постів моніторингу гідроекологічних процесів сприяє підвищенню оперативності отримання даних про екологічний стан водних ресурсів та водних екосистем. Загальний вигляд автоматичного поста відображено на світлинці 3.1.

Періодичність замірів рівня, температури і дебіту підземних вод здійснюється залежно від режиму підземних вод (1-10 разів на місяць по водопунктах природного і слабопорушеного режиму). Проби води на хімічний аналіз вод відбираються залежно від складності гідрогеологічного і гідрохімічного стану об'єкта і поставлених завдань 1-12 разів на рік або частіше, залежно від виробничої необхідності підприємств, що використовують підземні води.

Для контролю стану підземних вод і своєчасного прийняття спеціальних заходів щодо їх охорони на усіх централізованих водозаборах підземних вод повинна бути обладнана мережа свердловин для проведення систематичних спостережень за якістю та рівнем підземних вод як на ділянці водозаборів, так і на прилеглих територіях та в межах депресійної лійки. Ця мережа використовується з метою контролю впливу водозабору на довкілля (в т. ч. на інші джерела водопостачання) та своєчасного визначення і прогнозування надходження до водозабору забруднених або природних некондиційних вод.

Пункти спостереження, де відбираються проби води для вивчення хімічного її складу, вибираються таким чином, щоб вони характеризували типові ділянки водоносного горизонту. У першу чергу такі пункти

спостереження розташовуються на перетинах шляху руху забруднювальних речовин або там, де є основні джерела забруднення.



Світлина 3.1. Автоматичний гідропост на р. Латориця (м. Свалява). Світлина В. Шушняка.

Лабораторний контроль якості підземних вод здійснюється підприємством, що забруднює підземні води. Геологічні територіальні організації здійснюють контроль показників мінералізації, жорсткості, хімічного забруднення.

Система гідроекологічного моніторингу повинна накопичувати, систематизувати та аналізувати інформацію:

- про стан водних екосистем;
- про причини наявних і ймовірних змін стану (тобто про джерела і чинники впливу);
- про існуючі резерви (стійкість до антропогенного впливу) водних екосистем.

В узагальненому вигляді гідроекологічний моніторинг включає чотири головних напрямки діяльності:

- 1) спостереження за чинниками впливу на водні екосистеми;
- 2) оцінювання фактичного стану водних екосистем відносно нормативного;
- 3) прогнозування стану водних екосистем та оцінювання прогнозованого стану відносно нормативного;
- 4) інформаційне забезпечення прийняття управлінських рішень, спрямованих на поліпшення екологічного стану водних екосистем та раціональне використання водних ресурсів. Варто підкреслити, що хоч система моніторингу не включає управлінської діяльності, спрямованої на покращання якості як водної компоненти, так і водних екосистем в цілому, але при цьому виступає джерелом інформації і знань для прийняття екологічно виважених управлінських рішень.

Контрольні запитання

1. *Охарактеризуйте сутність гідроекологічного моніторингу, дайте перелік його об'єктів та суб'єктів.*
2. *Що виступає головним результатом гідроекологічного моніторингу?*

3. *Яка структура державного моніторингу вод за його призначенням?*
4. *Що входить до науково-методичного забезпечення моніторингу вод?*
5. *Назвіть головні джерела забруднення поверхневих і підземних вод.*
6. *Дайте перелік показників, які є обов'язковими при організації і проведенні спостережень за джерелами забруднення вод.*
7. *Які мережі пунктів спостережень організуються при проведенні моніторингу якості поверхневих і підземних вод?*
8. *Охарактеризуйте вимоги до розташування спостережувальних створів на річках і водоймах.*

Використана та рекомендована для самостійного опрацювання література

1. Дослідження малих річок: аналіз, проблеми, пропозиції / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Дослідження, відтворення та охорона малих річок». Хмельницький : Тріада-М, 2005. 175 с.
2. Дослідження та моніторинг малих річок / [Р. В. Хімко, П.Д. Клоченко, Т.В. Виговська та ін.]. Хмельницький : Тріада – М, 2005. 161 с.
3. Екологічні дослідження річкових басейнів Лівобережної України / Збірник наук. праць. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2002. 276 с.
4. *Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля: підручник. 2-ге вид., доп. та перероб. Рівне : НУВГП, 2023. 350 с.
5. *Ковальчук І. П., Курганевич Л. П.* Гідроекологічний моніторинг : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 292 с.

РОЗДІЛ 4

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – ПЕРЕДУМОВА ВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

4.1. Сутність і завдання геоєкологічних досліджень для потреб моніторингу об'єктів.

Геоєкологічні дослідження – комплекс науково-дослідних робіт, спрямованих на оцінювання екологічного стану компонентів довкілля і його геосистем. При плануванні моніторингу вони проводяться з позицій їх впливу на об'єкти моніторингу (в нашому випадку – поверхневі і підземні води, організовані у річки, водойми, моря та їхні екосистеми, артезіанські басейни тощо).

Сутність геоєкологічних досліджень зводиться до оцінювання стану та якості тих компонентів природного довкілля, які визначають напругу екологічної ситуації, а також до вивчення умов і чинників формування екологічної ситуації взагалі і гідроекологічної зокрема.

Геоєкологічні дослідження проводяться з використанням широкого спектру методів:

- польового обстеження території та розташованих на ній водних об'єктів;
- напівстаціонарних спостережень і вимірювань;
- стаціонарних спостережень та вимірювань;
- експериментальних досліджень;
- математико-статистичного опрацювання отриманих даних;
- аеро-, космофотографічного зондування і спостереження;
- картографічного моделювання і візуалізації отриманих результатів;
- прогнозування станів гідроекосистем і тенденцій їхніх змін.

Базовими в геоєкологічних дослідженнях є картографічний метод і метод польового обстеження стану басейнових геосистем.

Головними завданнями геоєкологічних досліджень виступають:

- 1) оцінювання геоecологічного стану компонентів басейнових систем;
- 2) оцінювання впливу умов і чинників довкілля на формування екологічної, геоecологічної та гідроекологічної ситуації у басейнових системах;
- 3) визначення тенденцій змін екологічної, геоecологічної та гідроекологічної ситуації і флуктуації впливаючих на неї чинників;
- 4) прогнозування змін екологічної, геоecологічної та гідроекологічної ситуації і чинників їх формування;
- 5) візуалізація результатів досліджень екологічної та гідроекологічної ситуації;
- 6) районування територій за напругою екологічної і гідроекологічної ситуації, визначення об'єктів для формування моніторингової мережі.

Головними результатами досліджень виступає схема геоecологічного районування, карта екологічних чинників і текстові пояснення до неї та інші графічні дані.

Геоecологічні дослідження в Україні проводяться у певних *масштабах*:

- ↪ на державному рівні – у масштабах: 1:1000 000 і 1:500 000;
- ↪ на регіональному рівні – у масштабах: 1:500 000, 1:200 000;
- ↪ на обласному рівні – у масштабах: 1:200 000, 1:100 000;
- ↪ на районному рівні – у масштабах: 1:50 000, 1:25 000;
- ↪ на рівні дослідного полігону – у масштабах : 1:10 000, 1:5 000;
- ↪ на рівні об'єкту – у масштабах: 1:2 000, 1:500.

Існують певні вимоги до густоти розташування мережі пунктів спостережень. Вважають, що 1 см² карти міжнародної розграфки (1:1000 000) повинен бути забезпечений хоч би одним об'єктом моніторингу (на 100 км² не менше 1 об'єкту). Цей підхід називається рівномірно-статистичним. Головним принципом розташування об'єктів є прив'язка мережі екологічних полігонів та об'єктів моніторингу до одиниць схеми геоecологічного районування території.

Міжрегіональний рівень повинен здійснюватися у масштабі 1: 500 000 та охоплювати такі економічні і природні регіони України як Полісся, Поділля,

Передкарпаття, Карпати, Закарпаття, Придніпров'я, Причорномор'я, Донбас, Степовий Крим, Гірський Крим.

При реалізації моніторингу на *регіональному рівні* спостереженнями необхідно охоплювати ландшафтні райони в межах кожної адміністративної області. Так, наприклад, у Львівській області такими районами виступають:

- ✧ Сокальське пасмо;
- ✧ Мале Полісся;
- ✧ Розточчя і Західне Поділля;
- ✧ Прикарпаття;
- ✧ Карпати.

Рекомендований масштаб цих досліджень – 1:200 000, 1:100 000.

Локальні системи геоecологічного моніторингу повинні створюватися на рівні окремих ділянок ландшафтів в межах природно-адміністративних районів. Масштаб цих досліджень повинен бути не меншим 1:100 000, 1:50 000. Спостереження необхідно вести на рівномірно розташованій мережі пунктів.

Об'єктовий рівень геоecологічного моніторингу здійснюється у пунктах з особливо високим екологічним ризиком. Масштаб цих досліджень змінюється в межах 1:500 – 1:1000. Пункти спостережень на таких територіях розташовуються через 10 м.

Названі підходи до формування мережі об'єктів повинні бути добре узгодженими. При моніторингу довкілля, зокрема його водної компоненти, необхідно створювати відповідні предметні області інформаційної моделі довкілля.

Умовно можна виділити 3 категорії територій залежно від ступеня антропогенного впливу на них:

Перший тип – території, де величина техногенного навантаження перевищує допустимі рівні. Тут процес деградації довкілля має незворотний характер. Забруднення атмосфери, гідросфери, педосфери і рослинності досягає критичних показників. Відновлення компонентів довкілля вимагає великих капіталовкладень і зміни підходів до використання цих територій.

Другий тип – території, де величина техногенного навантаження не перевищує деградаційного рівня, але є досить високою. Тут середовище є малоприсадибним для життєдіяльності біоти. Зміни екологічної ситуації можуть відбуватися у двох напрямках:

- 1) при відсутності системи моніторингу та управління системою водокористування геосистеми будуть переходити до першого типу територій;
- 2) при наявності ефективної системи моніторингу та управління господарюванням можлива нормалізація ситуації при збереженні існуючого типу природокористування.

Третій тип – території, на яких величина техногенного навантаження змінюється в допустимих межах. Ці території вимагають моніторингу ситуації і на основі моніторингової інформації – раціонального управління та забезпечення оптимального природокористування.

Після отримання схеми геоекологічного районування території ми переходимо до вибору екологічних полігонів та об'єктів моніторингу, встановлення їх просторових кордонів на місцевості. При цьому враховується наявність і тип пріоритетних забруднювачів довкілля, інтенсивність господарського використання території, наявність транскордонних магістралей та впливів, енергетичних комплексів, інших чинників погіршення якості довкілля.

Геоекологічне районування здійснюється на основі ландшафтно-екологічної карти, а при її відсутності – тематичних (галузевих) карт.

Головною передумовою геоекологічного районування території є наявність інформації про екологічний стан та геоекологічну ситуацію на всій території. Важливим також є встановлення і використання у процедурі районування чітких критеріїв та системи таксономічних одиниць геоекологічного районування. В разі врахування цих вимог схема геоекологічного районування буде об'єктивною і відповідатиме науково обґрунтованим вимогам.

4.2. Геоекологічне районування як основа вибору полігонів геоекологічних та гідроекологічних досліджень

Геоекологічне районування здійснюється на підставі вивчення природних і техногенних умов регіону за допомогою польових рекогносцирувальних робіт, лабораторних досліджень, аналізу існуючих картографічних матеріалів на досліджувану територію, інтерпретації статистичної екологічної інформації.

Дуже важливим при організації моніторингу є створення *екологічних полігонів* та об'єктів, проведення їх меж, встановлення місць для пунктів відбору проб компонентів довкілля (води, повітря, ґрунту тощо) з метою оцінки ступеня забруднення навколишнього природного середовища.

Попередній вибір *полігонів* для геоекологічних моніторингових досліджень здійснюється з використанням таких карт:

- 1) *геоморфологічної і ландшафтної карти, карти ландшафтного і геоморфологічного районування*. Вони дають можливість оцінити поширення та інтенсивність розвитку природних (екзогенних, ендегенних) та антропогенних процесів, виділити ландшафтні системи за їх властивостями і потенціалом самовідновлення та забруднення, виокремити еколого-геоморфологічні райони та області;
- 2) *карти землекористування*. Дають можливість оцінити інтенсивність використання земельних ресурсів, ступінь порушеності (деградованості) ґрунтів і небезпеку, яку створює землекористування для екологічного стану поверхневих і підземних вод та різнорангових водних екосистем;
- 3) *гідрологічна карта*. Вона дає уяву про масштаби поверхневого стоку, витрати води в річках, небезпеку прояву ерозійних процесів, природного й антропогенного коливання рівнів води у водних об'єктах;
- 4) *карти розміщення техногенних об'єктів*. Складаються ландшафтознавцем, геоморфологом, ґрунтознавцем, екологом або економіко-географом. До карти додаються пояснювальні записки або

бази даних. На них відображають розміщення усіх видів техногенних об'єктів та масштаби їхнього впливу на екосистеми;

- 5) *карти забруднення навколишнього середовища* важкими металами, пестицидами, гербіцидами, іншими хімічними речовинами:
 - аналітичні карти (забруднення ґрунту, повітря, води);
 - синтетичні карти (відображають розраховані інгредієнтні індекси забруднення екосистем різних рангів);
- 6) *гідрогеологічна карта*. Відображає стан зони аерації. Використовується для оцінки міграції, сорбційних здатностей зони аерації і визначення потенціалу захищення підземних вод від забруднення;
- 7) *гідрохімічна карта*. Дозволяє встановити характер і рівні техногенного забруднення поверхневих і підземних вод, виявити зв'язки забруднення води з техногенними полями у суміжних середовищах (ґрунтовому, рослинному покриві, геологічному субстраті);
- 8) *карта розподілу радіонуклідів у ґрунтах, донних відкладах і рослинності*.

Використовуючи всі ці карти, ми можемо провести геоecологічне районування території і виділити різнорангові таксони, які характеризуються різним рівнем забрудненості довкілля, потенціалом забруднення і які мають служити в якості основи для вибору полігонів екологічних досліджень.

Вибір екологічних полігонів здійснюється за умов:

- достатньої екологічної вивченості стану ґрунтів, рослинності, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря та ландшафтно-геохімічних аномалій регіону;
- наявності у межах полігону надійних індикаційних біологічних об'єктів;
- можливості комплексного використання полігону для геоecологічних досліджень в різних масштабах.

Просторове розташування полігонів та об'єктів спостережень на полігонах доцільно здійснювати за принципом регулярності або систематичності, а також басейновим принципом.

Геоекологічні дослідження в основних масштабах (1:1000 000, 1:200 000, 1:50 000) доцільно проводити на полігонах, які розташовані на територіях, що характеризуються більш-менш однорідною геолого-тектонічною будовою, інженерно-гідрологічними умовами, типами атмосферної циркуляції, є однорідними за гідрологічними, біологічними, господарськими та іншими параметрами. При оцінюванні всієї території України доцільно використати карти масштабу 1:1000 000, 1:500 000.

Площа реального об'єкту моніторингу, яка відповідатиме 1 см² цих карт, буде становити 100 і 25 км². На території України мережа об'єктів спостережень складатиме 6 000 і 24 000. Найменша площа дослідної ділянки відповідатиме масштабу 1:500 і становитиме 25 м². Такі ділянки є найменшими об'єктами геоекологічного моніторингу довкілля.

Геоекологічні дослідження у середньому масштабі здійснюється за допомогою карти масштабу 1:200 000. Карта масштабу 1:100 000 використовується при необхідності забезпечення підвищеної детальності досліджень. Вона дає можливість відобразити екологічні умови як окремих регіонів, так і областей.

Виконання великомасштабних досліджень (1: 50 000 – 1:500) здійснюється в районах потужного техногенного впливу на довкілля. При плануванні геоекологічних досліджень в цих масштабах головним об'єктом виступають опорні майданчики, а також профілі, на яких планується здійснювати спостереження за станом довкілля.

Додаткові рекогносцировочні дослідження з метою покращання якості вибраних полігонів включають:

- інспектування техногенних об'єктів і встановлення меж їх суттєвого впливу на природне середовище;

- відбір проб ґрунтів, біоти, повітря, підземних вод, донних відкладів для встановлення рівнів забруднення довкілля.

При виборі екологічних полігонів здійснюють наступні види досліджень:

1. *Дистанційні (аерокосмічні)*. Вони дають можливість отримати інформацію про стан компонентів середовища, про перетворення його техногенним впливом, про поширення та інтенсивність розвитку екзогенних геоморфологічних процесів.

2. *Ландшафтно-індикаційні* дослідження. Вони включають вивчення геоморфологічних, біогеографічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, агроеліоративних, ландшафтних рис місцевості. Отримана інформація дає можливість раціонально розташовувати мережу спостережень.

3. *Геохімічні дослідження*. Вони включають:

- визначення геохімічних параметрів ґрунтів і відкладів зони аерації;
- вивчення гідрогеохімічних особливостей підземних і ґрунтових вод;
- визначення геохімічного складу донних відкладів у водоймах і водостоках;
- біогеохімічний аналіз рослинних і тваринних біотопів та біоценозів;
- гідрохімію атмосферних опадів і поверхневих вод.

Масштаб геохімічних досліджень визначається рівнем попередньої вивченості території і масштабом техногенного впливу та неї. Кінцевим результатом геохімічних досліджень є виділення геохімічних ландшафтів. Радіоекологічні дослідження – один з напрямів геохімічних досліджень, за допомогою якого оцінюють ступінь ураження території радіоактивними речовинами. Для оцінювання міграційної здатності забруднюючих речовин використовуються два види коефіцієнтів:

- *коефіцієнт біологічного накопичення (КБН):*

$$K_{\text{бн}} = C_i / C_{\text{ф}},$$

де C_i – вміст хімічних елементів в біологічних об'єктах;

$C_{\text{ф}}$ – фоновий вміст досліджуваного елемента для даного об'єкту;

- *коефіцієнт біологічного поглинання (КБП):*

$$K_{\text{бп}} = C_i / C_x,$$

де C_i – вміст хімічного елемента чи забруднювача в біологічних об'єктах;

C_x – вміст того ж елемента в субстраті або у ґрунті.

Ці коефіцієнти враховуються при виборі місць для розташування пунктів гідроекологічного моніторингу.

4. *Гідрохімічні дослідження* підземних вод. Вони супроводжуються відбором проб з природних джерел, криниць, свердловин. При виборі об'єкта для відбору проби враховується ступінь техногенної змінності навколишнього середовища, рівень природної захищеності водоносних горизонтів, який залежить від особливостей гідрогеологічної будови та характеру техногенного впливу на територію.

5. *Біогеохімічні дослідження*. Стосуються вивчення біохімічного складу рослинних організмів. Іноді проводяться з допомогою спеціалізованого аерофотознімання (крім лабораторних досліджень) в інфрачервоному діапазоні. При польових обстеженнях обробленню підлягають паростки на деревах чи рослини 3-5 річного віку. Як добрі індикатори використовуються мохи, лишайники, листя дерев. Найчастіше це роблять осінню і весною (після танення снігу). На сільськогосподарських угіддях контролюється вміст забруднювальних речовин у сільськогосподарській продукції - листках, кореневищах, плодах. Відбір проб та аналіз здійснюється санепідемстанцією. Маса проби в сирому вигляді залежить від методів визначення і сягає від 100 г до 5 кг.

6. *Ґрунтово-газові дослідження*. Вони ведуться при вивченні активності зон тектонічних порушень.

7. *Гідрогеологічні дослідження*. Спрямовані на контроль зміни гідродинамічних параметрів – рівнів підземних вод. Рівні води фіксуються і проби відбираються не менше одного разу в місяць.

8. *Гідрологічні дослідження* (в т.ч. визначення шару стоку, витрат води, рівнів води). Вони забезпечують отримання інформації про режим стоку води і

наносів як на водозборах, так і в руслах річок, а також про рівневий режим водойм.

9. *Попередні гідроекологічні дослідження.* Вони спрямовані на оцінювання екологічного стану водних екосистем, визначення якості, рівня забруднення поверхневих вод.

10. *Метеорологічні дослідження.* Вони забезпечують отримання інформації про температуру повітря, кількість опадів, їх хімічний склад, атмосферний тиск, вологість повітря, інші параметри стану приземного шару атмосфери.

Використання результатів цих досліджень дає змогу обґрунтувати програму гідроекологічного моніторингу, вибрати мережу об'єктів контролю стану поверхневих і підземних вод та водних екосистем, науково-обґрунтовано інтерпретувати отримані результати гідроекологічного моніторингу та запропонувати систему водозахисних, ґрунтозахисних, процесорегулювальних і водорегенераційних заходів.

Контрольні запитання

1. *Сформулюйте головні завдання геоекологічних досліджень як передумови моніторингу.*
2. *Які співвідношення між рівнями моніторингу і масштабами геоекологічних досліджень необхідно витримувати, щоб забезпечити достатній рівень об'єктивності екологічної інформації?*
3. *Дати характеристику типів територій залежно від ступеня антропогенного впливу на них.*
4. *Які критерії закладають в основу геоекологічного районування території?*
5. *Які карти використовують при виборі полігонів для геоекологічних моніторингових досліджень?*
6. *Які види досліджень проводять для забезпечення об'єктивності вибору екологічних полігонів?*

7. Чому потрібно проводити геоекологічні дослідження перед початком гідроекологічного моніторингу?

Використана та рекомендована для самостійного опрацювання література

1. Адаменко О. М., Рудько Г. І., Ковальчук І. П. Екологічна геоморфологія. Івано-Франківськ : Факел, 2000. 411 с.
2. Вишневецький В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
3. Геоекологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін.; за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
4. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ : Лікей, 1995. 233 с.
5. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. Київ : Київський університет, 2005. Т. 1. 431 с.; Т. 2. 503 с.
6. Загальне геоморфологічне районування України / Палієнко В. П., Барщевський М. Є, Бортник С. Ю. та ін. // Український географічний журнал. 2004. №1. С.3-11.
7. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів : Інститут українознавства, 1997. 440 с.
8. Ковальчук І. П., Петровська М. А. Геоекологія Розточчя : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2003. 192 с.
9. Кравчук Я. С. Рельєф Українських Карпат : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 576 с.
10. Львівська область: природні умови та ресурси : монографія / за заг. ред. д-ра геогр. наук, проф. М. М. Назарука. Львів : Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.
11. Маринич О. М. Українське Полісся: фізико-географічний нарис. Київ : Радянська школа, 1962. 162 с.

12. *Маринич О. М., Пархоменко Г. О., Петренко О. М., Тищенко О. Г.* Удосконалена схема фізико-географічного районування України / Український географічний журнал. 2003. №1. С.16-20.
13. *Мельник А. В.* Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 1999. 287 с.
14. *Мищенко Л. В.* Геоекологічне районування : наукова монографія / за ред. О. М. Адаменка. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2011. 408 с.
15. *Петлін В.* Методологія та методика експериментальних ландшафтознавчих досліджень. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 400 с.
16. *Природокористування : навч. посібник / Л. Царик, І. Барна, І. Вітенко та ін.* Тернопіль : ТНПУ, 2015. 398 с.
17. *Цись П. М.* Про основні типи рельєфу західних областей України / Географічний збірник. 1961. Вип. 4. С.25-34.
18. *Шатохін А. В., Лундін М. О.* Моніторинг гумусного стану чорноземів за допомогою космічного зондування / Вісник аграрної науки. 2000. № 8. С. 14–16.
19. *Шищенко П. Г., Малишева Л. Л., Шмурак А.* Система геоекологічного моніторингу України: стан, проблеми та перспективи / Україна та глобальні процеси: географічний вимір. Київ-Луцьк : Вежа, 2000. С.62-67.

РОЗДІЛ 5

НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ОСНОВА МОНІТОРИНГУ ВОД

5.1. Головні поняття і категорії нормування

Суть нормування, класифікація нормативів. Нормування в геоecології – це діяльність, спрямована на встановлення гранично допустимих впливів людини на природу. Головним завданням нормування є розробка нормативів, які лежать в основі вимірювання балансу екологічних та економічних інтересів людини. Вони необхідні для створення гармонійних еколого-економічних (природно-господарських) систем. Міра розумного поєднання інтересів – це гранично допустимий рівень антропогенних впливів, перевищення яких створює небезпеку для природного середовища та здоров'я людини.

Норматив (нормативні матеріали) – це комплекс довідкової інформації, необхідної для визначення норм збереження і поліпшення якості навколишнього середовища та охорони здоров'я людини, оптимізації негативного впливу антропогенного навантаження на природне середовище.

Нормативи *класифікують* за такими ознаками:

↳ нормативи екологічної безпеки:

- граничнодопустимі концентрації забруднювальних речовин у навколишньому середовищі;
- граничнодопустимі рівні акустичного шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- граничнодопустимі рівні електромагнітного шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- граничнодопустимі рівні радіаційного шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- граничнодопустимий вміст шкідливих речовин у продуктах харчування;

↳ граничнодопустимі викиди та скиди хімічних речовин у навколишнє середовище;

↳ рівні шкідливого пливу хімічних, фізичних та біологічних факторів.

Види нормування. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище та розробка нормативів ведеться у трьох основних напрямках:

- 1) *санітарно-гігієнічне нормування* – розробка системи норм, правил і регламентів для оцінювання стану навколишнього середовища в інтересах охорони здоров'я людини і збереження генетичного фонду деяких популяцій рослинного і тваринного світу;
- 2) *рибогосподарське нормування*;
- 3) *екологічне нормування* – розробка системи норм, правил і регламентів допустимого навантаження на екосистеми;
- 4) *науково-технічне нормування* – розробка системи норм, правил і вимог, які ставляться безпосередньо до джерел антропогенних впливів на оточуюче середовище.

Оптимізація потоків забруднювальних речовин у природних середовищах здійснюється шляхом санітарно-гігієнічного нормування. Основним його завданням є розробка санітарно-гігієнічних нормативів.

Санітарно-гігієнічні нормативи – найбільш розвинута і поширена система норм, правил і регламентів для оцінювання стану навколишнього середовища. Вони встановлюються в інтересах охорони здоров'я людини та збереження генетичного фонду деяких популяцій рослинного і тваринного світу. Санітарно-гігієнічне нормування охоплює також виробничу і житлово-побутову сфери в житті людини.

Як екологічне, так і *санітарно-гігієнічне нормування* базуються на знанні ефектів, які виникають при впливі різноманітних факторів на живі організми. Одним із важливих понять в токсикології і нормуванні є поняття *шкідливої речовини*. У спеціальній літературі прийнято називати шкідливими всі речовини, вплив яких на організми і системи може призвести до негативних

наслідків. Крім того, всі ксенобіотики (інородні для живих організмів, штучно синтезовані речовини) розглядаються як шкідливі.

Встановлення нормативів якості навколишнього середовища і продуктів харчування ґрунтується на концепції пороговості впливу. *Поріг шкідливого впливу* – це мінімальна доза речовини, при впливі якої в організмі виникають зміни, що виходять за межі фізіологічних властивостей і реакцій пристосування, тобто утворюється прихована патологія. Пороговий вплив викликає у організму відгук, який не може бути скомпенсований за рахунок гомеостатичних механізмів (механізмів підтримки внутрішньої рівноваги організму).

Гранично-допустимі концентрації (ГДК) – нормативи, які встановлюють концентрації шкідливої речовини в одиниці об'єму (повітря, води), маси (харчових продуктів, ґрунту) або поверхні (шкіра працюючих), які при дії за визначений проміжок часу практично не впливають на здоров'я людини і не викликають несприятливих наслідків в її нащадків.

Нормативи, які обмежують шкідливий вплив, встановлюються і затверджуються спеціально уповноваженими Державними органами в галузі охорони навколишнього природного середовища, санітарно-епідеміологічного нагляду та удосконалюються по мірі розвитку науки і техніки з урахуванням міжнародних стандартів.

Санітарно-гігієнічне нормування охоплює всі середовища, різноманітні шляхи надходження шкідливих речовин в організм, хоч рідко відображає *комбінований синергетичний вплив* (одночасний або послідовний вплив декількох речовин при одному і тому ж шляху надходження) та не враховує ефектів *комплексного впливу* (надходження шкідливих речовин в організм різними шляхами і з різними середовищами – з повітрям, водою, їжею, через шкірні покриви) і *співставлення* впливу всієї різноманітності фізичних, хімічних і біологічних факторів оточуючого середовища. Згідно з санітарними нормами, ефектом сумачії володіють усі речовини з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ) 1 та 2 класів небезпеки. Ознака шкідливості, яка

з'являється при найменшій концентрації речовини, є лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ).

Рибогосподарські нормативи якості води – науково обґрунтовані величини концентрації забруднювальних речовин та показники якості води (загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), які не впливають на збереження і відтворення промислово цінних видів риби. Система рибогосподарських ГДК спрямована на охорону водних об'єктів як бази для організації рибальства і рибництва. За рибогосподарськими нормами, склад і властивості води повинні задовольняти вимогам нормативів або безпосередньо в місці випуску стічних вод, або у створі, визначеному нормами рибоохорони (не далі 500 метрів від місця випуску стічних вод).

Екологічним нормуванням називають порівняння реальних параметрів якості компонентів навколишнього середовища та рівнів господарського впливу на них з нормативними, тобто науково-обґрунтованими допустимими рівнями. *Екологічне нормування* передбачає облік антропогенного навантаження на екосистему та його порівняння з допустимими величинами (нормами).

Допустимим вважається таке навантаження, під впливом якого відхилення від нормального стану екосистеми гарантовано і не перевищує природних змін (коливань) середовища, а отже не викликає негативних наслідків у живих організмів та не призводить до погіршення якості середовища їхнього проживання.

Екологічні нормативи принципово відрізняються від санітарно-гігієнічних та рибогосподарських:

- ✧ мета санітарно-гігієнічних нормативів – охорона здоров'я людей та окремих популяцій живих організмів;
- ✧ завданням екологічного нормування є забезпечення нормального функціонування екологічних систем в цілому, в тому числі і здоров'я людей, тобто збереження встановленої рівноваги у природі в рамках можливої саморегуляції.

Основні принципи розробки екологічних нормативів полягають у наступному:

- будь-яку зміну природного середовища слід розглядати як недопустиму – „нульову” стратегію;
- нормативи потрібно встановлювати з урахуванням технічних можливостей
- зниження рівня забруднень і контролю за їх вмістом в навколишньому
- середовищі;
- допустимий рівень забруднення слід встановити таким, щоб затрати на його досягнення були не більші вартості збитків при неконтрольованому забрудненні;
- стандарти потрібно встановлювати такі, при яких не буде ніяких прямих чи побічних шкідливих впливів на людей.

Головними *характеристиками екологічного нормування* є екологічно-допустимі концентрації (ЕДК), екологічно-допустимі навантаження (ЕДН) та модуль техногенного навантаження (МТН).

ЕДК – це екологічно-допустимі концентрації шкідливих речовин в навколишньому середовищі, які надходять з різних антропогенних джерел і не порушують гомеостатичних механізмів саморегуляції екосистем.

ЕДН – це екологічно-допустимі навантаження, які не перевищують екологічної ємності екосистем.

МТН – модуль техногенного навантаження, під яким розуміється обсяг стічних вод і твердих відходів промислових та комунальних об'єктів, розташованих в адміністративних одиницях (областях), що вимірюються в тисячах тон на квадратний кілометр за рік.

Екологічне нормування повинно стати частиною загальнодержавної програми забезпечення екологічної безпеки природних ресурсів і природного середовища України. Необхідна розробка таких нормативів, які дозволять забезпечити збалансоване вирішення екологічних та економічних завдань і стануть інструментом стійкого (збалансованого) розвитку суспільства.

Санітарно-гігієнічні, рибогосподарські та екологічні нормативи визначають якість оточуючого середовища по відношенню до здоров'я людини і стану екосистем, але не регулюють діяльність джерел впливу. Вимоги, які висуваються власне до джерел впливу, відображають *науково-технічні нормативи*.

До *науково-технічних нормативів* відносяться нормативи викидів і скидів шкідливих речовин (ГДВ, ГДС), а також технологічні, будівельні, містобудівельні норми і правила, що містять вимоги з охорони оточуючого природного середовища. В основу встановлення науково-технічних нормативів покладений наступний принцип: при умові дотримання цих нормативів підприємствами регіону вміст будь-якої домішки у воді, повітрі і ґрунті повинен відповідати вимогам санітарно-гігієнічного нормування.

Науково-технічні нормативи впливу на оточуюче середовище розробляються для господарських об'єктів у формі проектів томів граничнодопустимих викидів (ГДВ) і скидів (ГДС).

Гранично допустимі викиди (ГДВ) – маса речовини у відпрацьованих газах, максимально допустима для викидання в атмосферу за одиницю часу; ГДВ встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери (і для кожної суміші, що викидається цим джерелом) таким чином, щоб викиди шкідливих речовин від даного джерела і від сукупності джерел міста або іншого населеного пункту з урахуванням перспектив розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері не створювали приземну концентрацію, яка перевищує їх $ГДК_{\text{мр}}$ (максимальну разову граничну допустиму концентрацію). Контроль ГДВ необхідний через те, що забруднюючі речовини, які попадають в повітряний басейн, зумовлюють утворення кислотних опадів, які падають на поверхню водойм і схилів, забруднюючи поверхневі води, ґрунти і ґрунтові води, рослинний покрив.

Гранично допустимий скид (ГДС) – маса забруднюючої речовини у стічних водах, максимально допустима до відведення за встановленим режимом у даному пункті водного об'єкту за одиницю часу з метою

забезпечення норм якості води в контрольному створі; ГДС – межа по витратах стічних вод і концентрації домішок, що містяться в них - встановлюється з урахуванням гранично допустимих концентрацій речовин у місцях водокористування (залежно від виду водокористування), самоочищувальної здатності водного об'єкту, перспектив розвитку регіону та оптимального розподілу потенційної маси продуктованих у виробничих процесах забруднень між водокористувачами, які скидають стічні води.

5.2. Нормування якості вод

Об'єктом водокористування є водні ресурси – придатні для використання води (практично всі води Землі: річкові, озерні, морські, підземні, льодовикові, вологість ґрунту, водяна пара атмосфери та інші). Згідно з санітарними нормами, водні об'єкти поділяються на дві категорії: *категорія 1* – господарсько-питного призначення (централізоване водопостачання, а також водозабезпечення підприємств харчової промисловості); *категорія 2* – комунально-побутового призначення (для купання, заняття спортом та відпочинку населення). Згідно з рибогосподарськими нормативами, водні об'єкти поділяються на три категорії: *вища категорія* – місця розташування нерестовищ, масового нагулу та зимувальних ям особливо цінних видів риб та інших водних організмів, які є продуктами харчування, а також водні об'єкти для штучного розведення риб та інших водних організмів; *категорія 1* – водні об'єкти, які використовуються для збереження та відтворення цінних видів риб, які мають високу чутливість до вмісту кисню; *категорія 2* – водні об'єкти, які використовуються для інших водогосподарських цілей.

Для кожної категорії встановлені відповідні нормативи якості води в місцях водокористування. Встановлення нормативів якості дозволяє ефективно проводити контроль. Надзвичайно важливим є принцип встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин. Для вод господарсько-питного та комунально-побутового призначення при нормуванні

їх якості встановлюються ГДК_в шкідливих речовин з урахуванням трьох лімітуючих ознак шкідливості (ЛОШ):

- ✧ органолептичної;
- ✧ санітарної (загально-санітарної);
- ✧ санітарно-токсикологічної.

Для вод рибогосподарського призначення (водокористування) – ГДК_{вр} з урахуванням п'яти ЛОШ:

- ▲ органолептичної;
- ▲ санітарної (загально-санітарної);
- ▲ санітарно-токсикологічної;
- ▲ токсикологічної;
- ▲ рибогосподарської.

Кожна ЛОШ характеризує ту чи іншу властивість забруднювальних речовин, яка відображає їх шкідливу дію, а саме:

- *органолептична* - здатність речовин змінювати органолептичні властивості води (смак, запах, колір тощо);
- *загально-санітарна* - вплив речовин на процеси природного самоочищення вод за рахунок біохімічних і хімічних реакцій за участю природної мікрофлори;
- *санітарно-токсикологічна* - шкідливу дію речовин на організм людини;
- *токсикологічна* – дію речовин на організм риби та інших видів гідробіонтів, які є продуктами харчування;
- *рибогосподарська* – вплив речовин на погіршення якості промислових риб як продукту харчування.

Згідно з Державними санітарними нормами та правилами (ДСанПіН 2.2.4-171-10), питна вода повинна бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, нешкідливою за хімічним складом і мати сприятливі органолептичні властивості.

Під *якістю води* розуміють характеристику її складу і властивостей, яка визначає придатність води для конкретних видів використання; при цьому показники якості представляють собою ознаки, за якими здійснюється оцінювання якості води.

За *санітарною ознакою* встановлюються мікробіологічні і паразитологічні показники води (число мікроорганізмів і число бактерій групи кишкових паличок в одиниці об'єму). *Токсикологічні показники* води, що характеризують безпечність її хімічного складу, визначаються вмістом хімічних речовин, який не повинен перевищувати встановлених нормативів. При визначенні якості води враховуються *органолептичні* (такі, що сприймаються органами відчуття) властивості: *температура, прозорість, колір, запах, смак, жорсткість*.

Головні *принципи нормування якості* вод полягають у:

- регламентації якісного стану поверхневих вод з позиції забезпечення надійного функціонування водних екосистем та оптимального задоволення потреб водокористування;
- поєднанні універсальності загальних вимог до якості води з диференційованістю їхніх регіональних форм;
- врахуванні специфіки цілей водокористування, господарської важливості водного об'єкта та його особливостей, а також еколого-економічної ситуації в регіоні;
- комплексному оцінюванні різних ознак небезпечного впливу окремих забруднювальних речовин, а також урахуванні специфіки їхньої міграції і трансформації в об'єктах довкілля;
- визначенні допустимих, з позицій окремих видів водокористування, значень показників якості вод за лімітуючою ознакою шкідливості;
- уточненні визначених норм з урахуванням нових наукових знань.

1 лютого 2015 р. в Україні набув чинності ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 02 травня 2022 року № 721 затверджено «Гігієнічні

нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення». Вимоги цих Гігієнічних нормативів поширюються на всі поверхневі водні об'єкти на території України, що використовуються або плануються до використання для потреб населення. Вони мають на меті забезпечити обмеження інтенсивності або тривалості дії небезпечних факторів шляхом встановлення критеріїв їх допустимого впливу на здоров'я людини, а також для оцінки можливостей використання води з водних об'єктів для потреб населення.

Гігієнічні нормативи якості (складу та властивостей) води водних об'єктів встановлені відповідно до окремих категорій водокористування:

1) до *першої категорії водокористування* належить використання водних об'єктів або їх частин в якості джерела для централізованого або нецентралізованого питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості;

2) до *другої категорії водокористування* належить використання водних об'єктів або їх частин для господарсько-побутового, водокористування в оздоровчих, рекреаційних, спортивних цілях, а також для водних об'єктів в межах населених пунктів.

Вимоги до якості води, встановлені для другої категорії водокористування, поширюються на всі частини водних об'єктів, розташованих у межах населених пунктів.

Склад та властивості води водних об'єктів або його частин першої та другої категорії водокористування за жодним з показників не повинні перевищувати нормативи, наведені у додатку 1 до цих Гігієнічних нормативів.

Критерії оцінки якості води для рибогосподарських цілей спрямовані на забезпечення у водному середовищі умов, придатних для відновлення і розведення риби та інших видів гідробіонтів, які є продуктами харчування, а також недопущення біоаккумуляції забруднень у тканинах риби й інших видів гідробіонтів, яка може зробити непридатними їх до споживання. Якість води водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства

визначається відповідно до «Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню – БСК₅, хімічного споживання кисню – ХСК, завислих речовин та амонійного азоту)», затверджених наказом Мінагрополітики України від 30.07.2012 р. № 47.

5.3. Види забруднення поверхневих вод

Поверхневі води – це 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) стані. *Водні ресурси* – це придатні для використання води Землі (річкові, озерні, болотні, морські, підземні, льодовикові, вологість ґрунту, водяна пара атмосфери тощо).

Якість води зумовлена як природними, так і антропогенними чинниками. Внаслідок інтенсивного використання водних ресурсів змінюються якість і кількість води, складові водного балансу, гідрологічний режим водних об'єктів. Це відбувається тому, що більшість річок та озер є одночасно джерелами водопостачання і приймачами господарсько-побутових, промислових та сільськогосподарських скидів. Господарсько-побутові, промислові, сільськогосподарські скиди зумовлюють хімічне, фізичне, біологічне і теплове забруднення гідросфери.

Забруднення природних вод – це процес зміни їх фізичних, хімічних і біологічних властивостей, що може зробити шкідливий вплив на людину та інші живі організми, водні екосистеми, а також обмежити можливість цільового використання води. Розрізняють наступні види забруднення вод: хімічне, фізичне, теплове, біологічне.

Хімічне забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми зі стічними водами шкідливих домішок неорганічного та органічного походження: пестицидів, важких металів, нафтопродуктів, продуктів ерозії ґрунтів тощо. Згубно впливають на стан водойм стічні води, які містять

розчинені органічні речовини або суспензії органічного походження, оскільки зумовлюють зниження вмісту кисню у воді.

Головними постачальниками органічних речовин у стічні води є підприємства целюлозно-паперової промисловості, нафтопереробні заводи, хімічні підприємства, великі тваринницькі комплекси, міста тощо. Особливо згубно діють синтетичні миючі засоби – детергенти, які часто містять фосфор.

Фізичне забруднення води зумовлює зміни фізичних властивостей – прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивності і температури тощо. Суспензії (пісок, мул, глинисті частинки) потрапляють у водойми здебільшого внаслідок поверхневого змиву ґрунту дощовими водами із сільськогосподарських полів, особливо тоді, коли розорюються смуги вздовж річок, а орні ділянки наближаються до самого урізу води. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні відходи, що потрапляють у водойми водойми внаслідок викидів з АЕС, з частками попелу і шлаків від працюючих ТЕС тощо.

Теплове забруднення водойм спричинене скиданням до них теплих вод з різних енергетичних установок. Тепло, що надходить з такими водами в ріки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Головними тепловими забруднювачами є АЕС, ТЕС.

Біологічне забруднення водного середовища полягає у надходженні зі стічними водами до водойм різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин, невластивих водній екосистемі, яка забруднюється. Найшкідливішими є комунально-побутові стоки, які надходять у водойми без очищення. Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

Контрольні запитання

- 1. Дайте визначення поняття нормування, охарактеризуйте його значення для вирішення гідроекологічних проблем.*
- 2. Здійсніть класифікацію нормативів якості навколишнього середовища.*

3. *Охарактеризуйте основні принципи розробки екологічних нормативів.*
4. *З якою метою встановлюються санітарно-гігієнічні, екологічні та науково-технічні нормативи якості вод?*
5. *З'ясуйте різницю між санітарно-гігієнічним та екологічним нормуванням.*
6. *Який принцип покладено в основу встановлення науково-технічних нормативів?*
7. *Які категорії прісних вод залежно від характеру їхнього використання виділено в Україні?*
8. *Хто встановлює та затверджує нормативи, які обмежують шкідливий вплив на навколишнє природне середовище?*
9. *Назвіть головні принципи нормування якості вод.*
10. *Охарактеризуйте головні види забруднення гідросфери.*

**Використана та рекомендована для самостійного опрацювання
література**

1. Водний моніторинг річки Свиня. Жовква, 1999. 98 с.
2. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 02 травня 2022 року № 721.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text/>
3. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень: теорія, методи, практика використання / За ред. І. Т. Олексіва, Л. П. Брагінського. Львів : Світ, 1995. 440 с.
4. ДСТУ 7525:2014: Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ : Мінекономрозвитку України. 28 с.
5. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / [Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін.]. Київ : Віпол, 2001. 48 с.

6. Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту). Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України 30.07.2012 № 471. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text>.
7. *Петровська М. А.* Охорона вод (санітарні норми і правила) : навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 205 с.
8. *Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П.* Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями. Київ :СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
9. *Романченко І. С., Сбітнєв А. І., Бутенко С. Г.* Екологічна безпека: екологічний стан та методи його моніторингу: навч. посібник. Київ : Полісся, 2006. 560 с.
10. *Сніжко С. І.* Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
11. *Тарасова В. В., Данкевич Є. М., Ковалевська І. М., Данкевич В. Є.* Екологічне нормування: підручник / Заг. ред. В. В. Тарасової. Житомир : Видавець: О. О. Євенок, 2017. 344 с.
12. *Тарасова В. В., Малиновський А. С., Рибак М. Ф.* Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище: навчальний посібник / заг. ред. проф. В. В. Тарасова. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 276 с.
13. *Хільчевський В. К.* Моніторинг вод в Україні: методи оцінювання якості води для різних цілей у зв'язку зі змінами нормативної бази (2014-2021 рр.) / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. №3(61). 2021. С. 6-19.

РОЗДІЛ 6

ОРГАНІЗАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ВОД

6.1. Програма моніторингу вод

Проведення моніторингу вод включає декілька важливих аспектів, спрямованих на контроль та покращення якості водних ресурсів, які є необхідними для екологічної стійкості та здоров'я населення.

Ефективність моніторингу вод головним чином залежить від правильної його організації і наявності програми. Головною *метою* всякої програми моніторингу є наукове забезпечення оптимальної організації і проведення моніторингових досліджень певних об'єктів, чинників або процесів навколишнього середовища. Результатом її реалізації повинно бути отримання різнобічної інформації про досліджувані об'єкти, усунення певної невизначеності або, навпаки, виявлення нестачі інформації для вирішення природоохоронних проблем.

При плануванні моніторингових досліджень важливим етапом є розроблення програми моніторингу, яка повинна відповідати таким вимогам:

- бути науково обґрунтованою;
- бути достатньо гнучкою, допускати перегляд завдань і підходів на підставі отримуваних у ході досліджень результатів;
- давати значимі результати, тобто такі, що несуть змістовну інформацію, яку можна інтерпретувати;
- бути економічно ефективною, повністю керованою і контрольованою з точки зору матеріальних та часових обмежень.

Програма моніторингу вод передбачає систематичний збір даних про якість вод, що дозволяє здійснювати контроль над водними масивами та оперативно реагувати на будь-які зміни в їхньому стані. Основними завданнями програми є:

- ✓ Збір інформації щодо фізико-хімічних параметрів води.

- ✓ Контроль за вмістом шкідливих речовин, таких як пестициди, важкі метали та інші забруднювачі.
- ✓ Визначення біологічних індикаторів, що відображають стан водних екосистем.

Один з ключових аспектів програми полягає у використанні сучасних технологій для моніторингу, зокрема автоматизованих систем збору даних, що підвищує ефективність і точність результатів.

Загальна послідовність робіт з розробки програми і впровадження системи моніторингу вод виглядає наступним чином:

1. Формулювання мети і завдань системи моніторингу вод. Головною *метою* моніторингу вод виступає забезпечення зацікавлених державних органів, організацій, служб, осіб та населення в цілому надійною інформацією про наявні водні ресурси та екологічний стан водного середовища (водних екосистем) і процеси, що відбуваються у водних об'єктах. Найважливішими *завданнями* моніторингу є:
 - кількісна та якісна характеристика наявних водних ресурсів;
 - отримання даних про стан (чистоту, забрудненість) поверхневих і підземних вод;
 - отримання даних про поширення та інтенсивність розвитку схилових і руслових процесів, їхній вплив на екологічний стан річок та водойм;
 - отримання даних, які дозволять прогнозувати зміни гідрохімічної ситуації у басейнах річок, озер, водосховищ, морів;
 - узагальнення даних та їх аналіз, формулювання висновків;
 - прогнозування змін якості води, екологічного стану водних екосистем, особливо в умовах зміни інтенсивності і характеру антропогенної діяльності на водозборах та у водних об'єктах, змін клімату;
 - постачання даних про стан водних ресурсів та гідроекологічну ситуацію у водоймах державним контролюючим та управлінським

структурам;

- науковий аналіз гідроекологічного стану водних об'єктів та екосистем і процесів змін якості води;
- контроль за реалізацією системи заходів, спрямованих на дотримання правил використання водних ресурсів;
- створення баз даних та геоінформаційних систем, необхідних для оцінювання та аналізу забруднення вод для внутрішніх та міжнародних потреб, для обґрунтування системи водовідновних, водоочисних, водоохоронних заходів.

2. Обґрунтування створення системи моніторингу вод. При плануванні мережі моніторингу та обґрунтуванні його програми потрібно враховувати:

- ступінь складності гідроекологічної ситуації в досліджуваному регіоні;
- різноманітність наявних гідрологічних об'єктів;
- ступінь техногенної змінності природного середовища і гідрологічних об'єктів;
- географічне положення території, на якій планується проводити моніторинг, рівень ландшафтного і біотичного різноманіття;
- наявність фінансових, матеріально-технічних ресурсів та відповідного науково-методичного і кадрового забезпечення.

3. Визначення переліку контрольованих параметрів стану водного середовища. Вибір контрольованих параметрів залежить від:

- типу наявних водних об'єктів, гідроекологічного їх стану ;
- екологічної ситуації в різних частинах досліджуваної території;
- виду підприємств, інших господарських об'єктів, які впливають на стан водних екосистем і ресурсів;
- лабораторного та наукового потенціалу.

4. Будівництво (створення) нових постів спостережень на обраних місцях (на річках, водосховищах, озерах тощо), оптимізація стану існуючих.

5. Обладнання постів і вибір методів аналізу екологічного стану водного середовища та водних об'єктів різних типів.
6. Вибір методів відбору, консервування і зберігання проб.
7. Виконання вимірювань, відбір проб, їх лабораторний аналіз.
8. Документування результатів вимірювань та аналізів.
9. Інтерпретація отриманих результатів моніторингу.
10. Візуалізація отриманої інформації (графічне представлення результатів аналізу) - побудова карти забруднення поверхневих вод, таблиць тощо.
11. Поширення інформації про стан водних ресурсів, її передача державним управлінським структурам, іншим зацікавленим організаціям та особам, громадськості.
12. Використання моніторингової інформації державними управлінськими структурами для оптимізації стану водного середовища і водних об'єктів.

На кожному з цих кроків підготовки і реалізації програми моніторингу необхідно передбачити заходи, спрямовані на коректування, уточнення, внесення поправок до програми моніторингу. Важливим при розробленні і реалізації програми є забезпечення точності вимірювань, розрахунків та оцінювання помилок вимірювань. Зокрема, розраховуються абсолютні і відносні помилки. Досвід моніторингових досліджень вказує, що помилки можуть бути випадковими і систематичними. Враховувати потрібно також чутливість приладів або межу виявлення інгредієнтів.

Усі ці стадії моніторингових досліджень регламентуються відповідними інструктивними матеріалами (методичними рекомендаціями).

Програма спостережень. У рамках програми проводиться моніторинг за такими ключовими параметрами:

- Температурою води, яка впливає на життя водних організмів і може свідчити про антропогенні зміни водного об'єкта.

- Кисневим режимом, який є важливим показником для підтримки життя у водоймах.
- Забруднювачами, включаючи органічні сполуки, нафтопродукти та інші шкідливі речовини, що надходять у воду в результаті господарської діяльності.

Ці параметри дозволяють комплексно оцінювати якість води та вплив антропогенної діяльності на екосистеми водойм.

Загальна мета, завдання різних напрямків досліджень, різноманіття типів водотоків і водоймищ зумовлюють специфіку методів аналізу, час відбору проб природних вод та їхню кількість. Враховуючи ці обставини, розробляють програми спостережень за гідрологічними, гідробіологічними та гідрохімічними, а також гідроморфологічними показниками. *Програма спостережень* – це теоретично та експериментально визначена оптимальна кількість відстежуваних показників і послідовність досліджень, які дають змогу отримати повну і достовірну інформацію про якість води в певному місці у визначений час та екологічний стан водної екосистеми.

Одним із завдань *діагностичного моніторингу* масивів поверхневих та підземних вод є розроблення програми державного моніторингу вод.

Міндовкілля з урахуванням пропозицій суб'єктів державного моніторингу вод розробляє та затверджує програму державного моніторингу вод, яка повинна містити:

- ✓ інформацію про об'єкт державного моніторингу вод (код, найменування об'єкта, місце розташування та інші характеристики);
- ✓ біологічні, фізико-хімічні, хімічні та гідроморфологічні показники, періодичність здійснення моніторингу, інформацію про суб'єкта та виконавця моніторингу вод.

Програма державного моніторингу вод розробляється з урахуванням законодавства у сфері рибного господарства та рибної промисловості, охорони, використання та відтворення водних біоресурсів.

Суб'єкти системи моніторингу можуть залучати регіональні центри моніторингу довкілля, наукові установи до виконання програм моніторингу підсистем системи моніторингу.

Державне агентство водних ресурсів України, виконуючи рішення Постанови КМ України від 19 вересня 2018 року № 758 «Про затвердження порядку здійснення державного моніторингу вод», своїм наказом від 18.01.2019 року № 30 «Про затвердження програм моніторингу вод» затвердило три програми державного моніторингу вод, які передбачають проведення спостережень:

- ✓ на транскордонних ділянках водотоків, визначених відповідно до міждержавних угод про співробітництво на транскордонних водних об'єктах;
- ✓ на масивах поверхневих вод, забір води з яких здійснюється для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення;
- ✓ на масивах поверхневих вод в частині проведення вимірювань вмісту забруднюючих речовин для визначення хімічного стану вод.

Відповідно до програм моніторингу поверхневих вод, як діяли до 2019 р. (затверджені наказами Держводагенства, від 10 лютого 2015 р. № 14. і № 6 від 11 січня 2018 р.), точки спостережень за станом поверхневих вод встановлювалися за такими принципами: на найбільших річках; у місцях ймовірного забруднення підприємствами; на транскордонних ділянках; у місцях основних питних водозаборів; на виході основних річок за межі області. Моніторинг якості поверхневих вод здійснювався щоквартально.

Міндовкілля наказом від 31.12.2020 р. № 410 «Про затвердження програм державного моніторингу вод» затвердило:

- 1) програму державного моніторингу вод (в частині діагностичного та операційного моніторингу поверхневих вод);
- 2) програму державного моніторингу вод (в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів).

У рамках програми моніторингу кількість пунктів вимірювання варіюється залежно від географічного положення, розміру водного об'єкта та необхідності детального контролю. Зазвичай для великих річок, озер і водосховищ встановлюється більше пунктів моніторингу, тоді як для менших об'єктів кількість може бути зменшена. Важливо зазначити, що програма передбачає адаптацію кількості пунктів на основі динаміки забруднень та змін у стані водойм.

Моніторинг здійснюється на основі аналізу кількох груп показників, які забезпечують комплексну оцінку якості поверхневих вод:

1. *Фізико-хімічні показники:* включають температуру води, рівень рН, вміст розчиненого кисню, електропровідність, показники мутності та кольоровості води.
2. *Хімічні забруднювачі:* основна увага приділяється важким металам (ртуть, свинець, кадмій), органічним сполукам, нафтопродуктам, пестицидам та іншим речовинам, що потрапляють у воду внаслідок діяльності людини.
3. *Біологічні показники:* досліджуються мікроорганізми, фітопланктон, зоопланктон, водні макрофіти. Ці показники дають змогу оцінити рівень біорізноманіття у водних екосистемах, а також виявити вплив забруднення на живі організми.
4. *Гідрологічні показники:* вимірюються витрати води, глибина та об'єм води у водоймах, швидкість течії. Ці дані допомагають зрозуміти вплив кліматичних та антропогенних факторів на водний баланс.

Періодичність проведення досліджень залежить від типу показників:

- ✓ Фізико-хімічні показники досліджуються найчастіше, щонайменше раз на місяць, оскільки зміни у цих параметрах можуть швидко відбиватися на стані водних екосистем.
- ✓ Хімічні забруднювачі контролюються залежно від рівня ризику. У регіонах із підвищеною ймовірністю забруднення дослідження

проводяться щоквартально або частіше, в менш забруднених – два рази на рік.

- ✓ Біологічні показники зазвичай вимірюються сезонно (4 рази на рік), оскільки на їх динаміку впливають зміни в температурах та сезонна активність водних організмів.
- ✓ Гідрологічні показники можуть вимірюватись щомісячно або частіше, особливо в періоди паводків чи посух, коли гідрологічний режим водойм зазнає значних змін.

Вибір програми залежить від категорії пункту спостережень. Серед програм виділяють такі їх види:

- обов'язкову;
- скорочену-1;
- скорочену-2;
- скорочену-3.

Здійснення *обов'язкової* програми передбачає:

1. Гідрологічні спостереження. Визначення витрат вод ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкості течії ($\text{м}/\text{с}$) при опорних вимірах витрат води на водотоках або рівня води (м) на водоймищах.
2. Гідрохімічні спостереження. Вони включають візуальні спостереження, визначення температури ($^{\circ}\text{C}$), колірності (градуси), прозорості (см), запаху (бали), концентрації розчинених у воді газів - кисню, діоксиду вуглецю ($\text{мг}/\text{дм}^3$); концентрації завислих часток ($\text{мг}/\text{дм}^3$); водневого показника рН; окисно-відновного показника Eh (мВ); концентрації головних йонів – хлоридних, сульфатних, гідрокарбонатних, кальцію, магнію, натрію, калію, суми йонів ($\text{мг}/\text{дм}^3$); хімічного споживання кисню (ХСК, $\text{мг}/\text{дм}^3$); біохімічного споживання кисню за 5 діб (БСК₅, $\text{мг}/\text{дм}^3$); концентрації біогенних елементів – амонійних, нітритних, нітратних йонів, фосфатів, загального заліза, кремнію ($\text{мг}/\text{дм}^3$); концентрації поширених забруднюючих речовин – нафтопродуктів, синтетичних

поверхнево активних речовин (СПАР), летких фенолів, пестицидів і з'єднань металів (мг/дм³).

За програмою *скорочена-1* виконують:

1. Гідрологічні спостереження: витрата води (м³/с) на водотоках або рівень води (м) на водоймищах.
2. Гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура (°С), концентрація розчиненого кисню (мг/дм³), питома електропровідність (См/см).

Виконання програми *скорочена-2* передбачає:

1. Гідрологічні спостереження: витрата води (м³/с) на водотоках або рівень води (м) на водоймищах.
2. Гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура (°С), водневий показник рН, питома електропровідність (См/см), концентрація завислих часток (мг/дм³), БСК₅ (мг/дм³); концентрація двох-трьох забруднюючих речовин, основних для води в даному пункті (мг/дм³).

При здійсненні програми *скорочена-3* проводять:

1. Гідрологічні спостереження: витрата води (м³/с), швидкість течії (м/с) при опорних вимірах витрати на водотоках або рівень води (м) на водоймищах.
2. Гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура (°С), концентрація завислих часток (мг/дм³); водневий показник рН; концентрація розчиненого кисню (мг О/дм³); ХСК (мг/дм³); БСК₅ (мг/дм³); концентрація речовин, що забруднюють воду в пункті спостережень (мг/дм³).

До головних показників, що зумовлюють швидкість процесу самоочищення водного середовища належать: температура (°С), водневий показник рН, концентрація розчиненого кисню (мг/дм³), вміст органічних речовин (мг/дм³). Контролювання цих показників передбачено всіма програмами. *Температура* водного середовища є головним регулятором природних процесів у воді, тому її вимірювання є обов'язковим.

Показник pH визначають як від'ємний логарифм концентрації йонів водню. З його значенням пов'язаний фотосинтез у воді та багато хімічних і фізичних процесів. З'ясування *електропровідності* дає змогу оцінити концентрації деяких електролітів або загального вмісту розчинених твердих часток.

Концентрація *розчиненого кисню* є важливим показником, оскільки цей газ виконує головну роль у процесах обміну речовин в живих організмах, а також при утворенні та розчиненні вапна, окисненні органічних речовин. Концентрація *органічних речовин* характеризує перебіг хімічних та біологічних процесів у воді та загальний стан водних екосистем.

Періодичність виконання спостережень за гідрологічними, гідробіологічними та гідрохімічними показниками встановлюють у відповідності з категорією пункту спостережень (табл. 6.1).

У пунктах *першої категорії* проводять спостереження щоденно за програмою скорочена-1 в першому створі після скидання стічних вод. Крім того, в цьому створі щоденно відбирають проби об'ємом не менше 5дм³, які зберігають протягом 5 діб на випадок надзвичайних ситуацій (загибель риби, аварійні викиди). У цих пунктах спостереження проводять відбір проб щодакдно за програмою скорочена-2, щомісячно за програмою скорочена-3, протягом основних фаз водного режиму – за обов'язковою програмою.

Таблиця 6.1

**Періодичність проведення спостережень за гідрологічними та
гідрохімічними показниками**

| Періодичність проведення спостережень | Програми для пунктів спостережень категорії | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------|-----|----|
| | I | II | III | IV |
| Щоденно | Скорочена 1 | Візуальні спостереження | - | - |
| Щодакди | Скорочена 2 | Скорочена 1 | - | - |
| Щомісяця | Скорочена 3 | | | - |
| В основні фази водного режиму | Обов'язкова | | | |

У пунктах *другої категорії* візуальні спостереження проводять щоденно – за програмою скорочена-1, щомісячно – за програмою скорочена-3, в основні фази водного режиму – за обов’язковою програмою.

У пунктах *третьої категорії* спостереження проводяться щомісячно за програмою скорочена-3, протягом основних фаз водного режиму – за обов’язковою програмою.

У пунктах *четвертої категорії* спостереження проводять протягом основних фаз водного режиму – за обов’язковою програмою.

Програми спостережень були розроблені для визначення якісного стану поверхневих вод на основі вимірювання певних параметрів якості води у контрольних створах і проведення її фізико-хімічного аналізу. Якість води оцінюють через порівняння гідрохімічних показників, визначених у пункті спостережень, зі встановленими нормами якості води. На основі отриманих даних можна визначити рівень забрудненості водного об’єкта і придатність води для використання в тій чи іншій галузі господарства. Гідробіологічні показники найчастіше використовуються в якості індикаторів екологічного стану водних екосистем та якості поверхневих вод, в тому числі і морських.

6.2. Схеми і технології моніторингових досліджень водних екосистем суші

Методи і терміни відбору проб. Періодом спостережень за поверхневими водами прийнято вважати календарний або гідрологічний рік. Частота відбору проб води в контрольних створах залежить від багатьох факторів:

- якості води;
- господарського значення водного об’єкта;
- інтенсивності змін якості води протягом року;
- кількості та складу стічних вод, що скидаються у водний об’єкт;
- категорії пункту спостережень;
- витрат води і наносів, біопродуктивності водних екосистем, інших

гідрологічних, геоморфологічних, ландшафтних характеристик.

З метою достовірного визначення ступеня впливу джерела забруднення на якість поверхневих вод і стан водних екосистем відбір проб слід здійснювати з урахуванням режимів роботи промислових підприємств.

Частота відбору проб води має визначатися, виходячи з мети досліджень та використовуваної методики інтерпретації отриманих результатів. Оптимальною вважають частоту відбору проб не рідше 12 разів протягом гідрологічного року. У створах, особливо важливих для господарства, контроль якості води доцільно здійснювати за допомогою автоматичних станцій та доповнювати його періодичним відбором проб. Проби води з відкритих водних об'єктів також відбирають після обставин, що можуть різко вплинути на якість води: сильних злив, нагінних вітрів, аварійних скидів стічних вод тощо.

Режим моніторингу гідрологічних та гідрохімічних показників за обов'язковою програмою спостережень зумовлюється водним режимом річки. На більшості водотоків відбір проб проводять 7-8 разів на рік: під час повені – на підйомі, максимумі, спаді; під час літньої межені – при найменшій витраті та при проходженні дощового паводка; восени, в час літньої межені та перед льодоставом і під час зимової межені.

Кількість проб, що відбирається для аналізу за обов'язковою програмою може змінюватися залежно від особливостей водного режиму окремих водотоків:

- на водотоках з довгим паводком (більше місяця) проби води відбирають на підйомі, максимумі, на початку та наприкінці спаду паводка (8 разів на рік);
- на водотоках зі стійкою літньою меженню та слабовираженим осіннім підйомом води спостереження здійснюють 5-6 разів на рік;
- на тимчасових водотоках кількість спостережень не перевищує 3-4 рази на рік;
- на водотоках у гірських районах, залежно від типу водотоку, кількість спостережень коливається від 4 до 11.

Гідрохімічну інформацію про озера та водосховища збирають посезонно, тобто 4 рази на рік. Спостереження за хімічним складом води водоймищ поділяють на *стандартні* (обов'язкові) та *спеціальні*.

До *стандартних* спостережень належать:

- 1) регулярні спостереження за хімічним складом води в постійних пунктах, які характеризують стан водоймища за природних умов;
- 2) регулярні спостереження за рівнем забруднення води в контрольних пунктах, які розміщені в районах найбільших випусків стічних вод.

До *спеціальних* спостережень відносять гідрохімічні зйомки водоймища для оцінки поширення забруднювачів, вивчення процесів самоочищення, визначення запасів речовин в об'єкті, балансових розрахунків.

Правильність оцінки якості води забезпечується дотриманням таких умов:

- правильний відбір проб води в належній кількості;
- репрезентативність проб, тобто відповідність поставленому завданню як за якістю та об'ємом, так і за вибраними пунктами та часом відбору проб, а також технікою відбору, попередньою обробкою, умовами зберігання і транспортування.

Проба повинна характеризувати водоймище чи водотік та якість води за певний проміжок часу. Ступінь типовості одиначної проби, відібраної з великої водної маси залежить від низки чинників:

- ✧ однорідності водної маси, з якої відбирається проба;
- ✧ кількості точок відбору проб;
- ✧ розміру окремих проб;
- ✧ способів відбору.

Попередня обробка, транспортування та зберігання проби повинні проводитися у такий спосіб, щоб склад води майже не змінювався.

Проби поділяють на прості та змішані.

Прості проби характеризують якість води у певному пункті відбору. Вони відбираються у визначений час у необхідному об'ємі.

Змішані проби об'єднують кілька простих проб з метою усередненої характеристики якості води за певний період часу або певної ділянки досліджуваного об'єкта.

Залежно від мети дослідження вдаються до разового або регулярного відбору проб.

Разовий відбір проб застосовують, коли вимірювані параметри несуттєво змінюються у просторі (глибина, акваторія водоймища) і в часі; закономірні зміни параметрів, що визначаються, попередньо відомі; необхідні лише найзагальніші уявлення про якість води у водоймищі.

Регулярний відбір проб означає, що кожен пробу відбирають у часовій і просторовій взаємозалежності з іншими.

Проби переважно відбирають емальованим відром об'ємом 10 л. Для відбору проб використовують також спеціальні пристрої – батометри різних типів.

Для зберігання проб використовують поліетиленовий і скляний посуд. Перед використанням його миють концентрованою кислотою та споліскують водопровідною водою. Основні вимоги до посуду – міцність, стійкість до розчинення, щільність закривання.

Гідрохімічні дослідження дають певну уяву про екологічний стан водних екосистем і процеси, що в них відбуваються. Вони повинні доповнюватися гідробіологічними спостереженнями.

Гідробіологічні спостереження. Спостереження за гідробіологічними показниками поверхневих вод здійснюють з метою одержання об'єктивних даних, накопичення яких необхідне для виявлення довготривалих змін екологічного стану водних екосистем. *Гідробіологічні показники* – це кількісні та якісні характеристики водного населення, що використовуються для оцінки еколого-санітарного стану водних екосистем.

Гідробіологічні показники дають змогу:

- визначати екологічний стан водних об'єктів;

- оцінювати якість поверхневих вод як середовища життя організмів, що населяють водоймища, водотоки;
- визначати сумарний ефект впливу забруднювальних речовин на екосистему;
- перевірити наявність або відсутність повторного забруднення вод;
- виявляти довгострокові зміни, що відбуваються у водних об'єктах під впливом флуктуації природних умов і змін антропогенного впливу.

Вони також є допоміжною інформацією при визначенні умов скидання, характеру та меж поширення стічних вод; при дослідженнях біотрансформації забруднювальних речовин; при боротьбі з цвітінням води та заростанням водоймищ вищими рослинами; при проектуванні гідротехнічних споруд тощо.

Якість води визначають, оцінюючи реакцію гідробіонтів на забруднення.

Моніторинг гідробіологічного стану водотоків здійснюють на стаціонарній гідрометричній мережі за програмами, визначеними категорією пункту спостереження. Комплекс гідробіологічних показників якості поверхневих вод визначається насамперед еколого-зональним типом водного об'єкта, складом та об'сягом стічних вод, їхньою токсичністю і вимогами, що ставляться споживачами води. З'ясування гідробіологічних показників обов'язкове для всіх пунктів спостереження. Моніторинг проводять за скороченою та повною програмами.

Повна програма спостережень за якістю вод на основі гідробіологічних показників передбачає:

- дослідження *фітопланктону* – встановлення загальної чисельності клітин, кількості видів, загальної біомаси, чисельності основних груп та їх біомаси, кількості видів у групі, масових видів та видів-індикаторів сапробності;
- дослідження *зоопланктону* – визначення загальної чисельності організмів, загальної кількості видів, загальної біомаси, чисельності основних груп та їх біомаси, кількості видів у групі, масових видів та видів - індикаторів сапробності;

- дослідження *зообентосу* – загальної чисельності, загальної біомаси, кількості груп за стандартною схемою, кількості видів у групі, кількості основних груп та їх біомаси, масових видів та видів-індикаторів сапробності;
- дослідження *перифітону* – загальної кількості видів, масових видів, частоти прояву, сапробності;
- визначення *мікробіологічних показників* – загальної кількості бактерій, кількості сапрофітних бактерій, співвідношення загальної кількості бактерій до кількості сапрофітних бактерій;
- вивчення *фотосинтезу* фітопланктону та *деструкції* органічної речовини, визначення співвідношення інтенсивності фотосинтезу до деструкції органічної речовини, вмісту хлорофілу;
- дослідження *макрофітів* – проективного покриття дослідного майданчика, характеру поширення рослинності, загальної кількості видів, переважаючих видів (найменування, проективного покриття, фенофаз, аномальних ознак).

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

- 1) *фітопланктону* – загальної чисельності клітин, загальної кількості видів, масових видів та видів - індикаторів сапробності;
- 2) *зоопланктону* – загальної чисельності організмів, загальної кількості видів, масових видів та видів - індикаторів сапробності;
- 3) *зообентосу* – загальної кількості груп за стандартною програмою, кількості видів у групі, кількості основних груп, масових видів та видів - індикаторів сапробності;
- 4) дослідження *перифітону* – загальної кількості видів, масових видів, частоти прояву, сапробності.

Періодичність проведення спостережень за гідробіологічними показниками встановлюють у відповідності з категорією пунктів спостережень (табл. 6.2).

Періодичність проведення спостережень за гідробіологічними показниками

| Періодичність проведення спостережень | Категорія пункту спостережень | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------|---|----|
| | I | II | III | IV |
| Щомісяця | Скорочена програма | Скорочена програма | Скорочена програма (контроль у вегетаційний період) | - |
| Щокварталу | Повна програма | | | |

Гідробіологічні спостереження доповнюють інформацію, отриману за допомогою гідрохімічних і хімічних спостережень. Отримані комплексні дані дають змогу з достатньою точністю і повнотою охарактеризувати стан досліджуваних об'єктів водного середовища, сприяють достовірності прогнозування і виробленню заходів для зниження рівня забруднень.



Світлина 6.1. Відбір проб планктону на Добротвірському водосховищі на р. Західний Буг (світлина А. Михновича).



Світлина 6.2. Добротвірське водосховище на р. Західний Буг та електростанція – об’єкт моніторингу.

Для досягнення однорідності, репрезентативності, необхідної точності отриманих даних на кожному етапі здійснення гідроекологічного моніторингу необхідно забезпечити:

- на етапі „вибір пунктів і створів спостережень” – репрезентативність заміни реального водного об’єкту набором дискретних місць спостережень, тобто наближеність оцінок, що здійснюються при спостереженнях у пунктах і створах, до істинних оцінок стану водного об’єкта в цілому. Фактично дотримання цієї вимоги забезпечує можливість інтерполяції даних моніторингових досліджень;
- на етапі „вибір вертикалей та горизонтів” – репрезентативність заміни площі створу набором дискретних пунктів відбору проб, тобто наближеність оцінок якості води за відібраними пробами до істинних оцінок якості води у створі в цілому;
- на етапі „вибір контрольованих показників” – репрезентативність комплексного поняття „якість води” (як її придатність до будь-яких цілей) набору оцінок за окремими величинами, що характеризують склад і властивості води;

- на етапі „вибір режиму спостережень” – репрезентативність заміни процесу змін стану водного об’єкта, безперервного у часі, набором оцінок в окремі дискретні моменти часу;
- на етапі „відбір проб” – відповідність складу і властивостей води у пробі складу і властивостям води у пункті відбору;
- на етапі „консервування, транспортування і зберігання проб” – відповідність складу і властивостей води у пробі на момент її аналізу складу і властивостям води на момент відбору;
- на етапі „аналіз проб води” – відповідність результатів вимірювання істинним значенням показників складу і властивостей води у пробі;
- на етапі „первинна обробка та реєстрація результатів аналізу” – відповідність зареєстрованих даних результатам аналізу проб води;
- на етапі „розробка оцінок стану водних об’єктів і джерел забруднення (зокрема, контроль якості води)”, „прогнозування зміни їх стану”, „розробка рекомендацій для прийняття рішень” – відповідність достовірності цих оцінок, прогнозів та рекомендацій точності первинних результатів вимірювань.

6.3. Система моніторингу підземних вод

Моніторинг підземних вод – це система спостереження, збору, опрацювання, зберігання й надання інформації про стан підземних вод, а також прогнозування змін у природних умовах та під впливом діяльності людини. *Основна мета* – відстеження стану гідрогеологічної обстановки для підготовки прогнозів та науково обґрунтованих рекомендацій для запобігання негативним змінам гідрогеологічних умов. Моніторинг охоплює ґрунтові та міжпластові води як корисні копалини, а також фактори, що впливають на геологічне перетворення оточуючого середовища. Згідно з даними Державної служби геології та надр України, представлених у щорічнику «Стан підземних вод України» за 2021 рік, до 90-х років ХХ століття система моніторингу підземних вод в Україні налічувала понад 7 тисяч спостережних пунктів. Наприкінці 90-х

років система зазнала скорочень через фінансові проблеми та реструктуризацію галузі, що призвело до зменшення кількості спостережних пунктів і вимірювань. У 2006 році спостережну мережу було затверджено і до неї входило 998 пунктів, з яких 329 спостерігали за ґрунтовими водами, 256 – за міжпластовими і 410 – за умовами формування експлуатаційних запасів вод.

Після 2012 року спостереження скоротилися, а в 2018 році на території України залишалось 892 спостережних пункти (згідно з даними з інвентаризації). Станом на 01.01.2021 р. на території України функціонувало 846 спостережних пунктів, з яких 272 – для ґрунтових вод, 203 – для міжпластових вод, і 371 – на полігонах для вивчення умов формування запасів вод. У 2020 році спостереження за рівнем підземних вод велося в 134 пунктах, а за хімічним складом – в 40 пунктах.

Поточний стан моніторингу відображає скорочення та втрату деяких спостережних пунктів, що потребує поліпшення фінансування та управління для забезпечення надійного моніторингу підземних вод. Систему моніторингу потрібно вдосконалити для кращого прогнозування змін і попередження негативних екологічних наслідків.

У таблиці 6.1. відображено стан спостережних пунктів державного моніторингу підземних вод у різних річкових басейнах України станом на 01.01.2021 року. Вона містить інформацію про кількість пунктів моніторингу за окремими річковими басейнами, а також їх стан за результатами інвентаризації 2018 року.

Як видно з таблиці 6.1, загалом на території України на початок 2021 року функціонувало 846 спостережних пунктів підземних вод, розподілених по різних річкових басейнах. Найбільша кількість спостережних пунктів припадає на басейн р. Дніпро – 345 пунктів. Друге місце посідає басейн р. Дунай – 193 пункти. Басейн р. Дон мав 148 пунктів, але зауважимо, що ці дані не включають тимчасово окуповані території (АР Крим, Донецька та Луганська області), тому дані для цих регіонів можуть бути неповними. Окремо зазначено категорії стану спостережних пунктів, такі як діючі, законсервовані, непрацюючі через

Таблиця 6.1

Стан спостережних пунктів державного моніторингу підземних вод по районах річкових басейнів (Щорічник «Стан підземних вод України», 2021 р.)

| Річкові басейни | Кількість спостережних пунктів станом на 01.01.2021 р. | Кількість спостережних пунктів та їх стан за результатами інвентаризації, проведеної у 2018 р. | | | | | |
|----------------------------|--|--|-----------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|
| | | діючий | законсервованій | потребує ремонту | пропонується ліквідувати | на невідконтрольній території | стан невідомий |
| Басейн р.Вісла | 20 | 12 | - | 1 | - | - | 7 |
| Басейн р.Дніпро | 345 | 122 | 5 | 25 | 7 | - | 186 |
| Басейн р.Дністер | 65 | 44 | 2 | 1 | - | - | 18 |
| Басейн р.Дон | 148* | 62 | 16 | - | - | 31 | 39 |
| Басейн р.Дунай | 43 | 23 | 6 | 6 | - | - | 8 |
| Басейн р.Південний Буг | 47 | 33 | 1 | 6 | 3 | - | 4 |
| Басейн річок Криму | 97* | - | - | - | - | 97 | - |
| Басейн річок Приазов'я | 55* | 14 | 7 | 5 | - | 25 | 4 |
| Басейн річок Причорномор'я | 26 | 18 | 2 | 3 | 2 | | 1 |
| Всього | 846 | 328 | 23 | 63 | 12 | 153 | 267 |

* Дані з тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької, Луганської областей та міста Севастополя відсутні.

проблеми доступу, проблеми в технічному стані, відновлені, а також ті, що перебувають у недобудованому стані. Із загальної кількості 846 пунктів, 328 залишаються діючими, що становить близько 39% від загальної кількості. 153 пункти мають проблеми в технічному стані, а 267 перебувають у стані недобудови або мають інші проблеми, що потребують вирішення. У басейні р. Дніпро визначається найбільше проблемних пунктів, зокрема 125 мають технічні проблеми, а 186 знаходяться у стані недобудови. У басейні р. Дунай більшість пунктів (120) також мають проблеми з технічним станом або недобудовою. Тому, незважаючи на велику кількість спостережних пунктів у різних річкових басейнах України, значна частина з них має технічні проблеми або перебуває у недобудованому стані. Особливо це стосується басейнів річок Дніпро та Дунай, що потребує уваги для забезпечення належного моніторингу підземних вод в цих регіонах. Наказом № 78 Міндовкілля України від 19.01.2024 року затверджено Програму державного моніторингу вод на 2024 р.,

зокрема в частині діагностичного моніторингу масивів підземних вод. Ця програма є частиною загальнодержавної стратегії моніторингу водних ресурсів та спрямована на збереження якості підземних вод шляхом системного контролю. Програма встановлює регіони, типи досліджуваних показників, частоту спостережень, а також відповідальних виконавців.

Програма спрямована на:

1. Оцінку стану підземних вод.
2. Виявлення забруднень або інших негативних змін.
3. Оцінку впливу антропогенних і природних факторів.
4. Забезпечення основи для прийняття управлінських рішень щодо охорони водних ресурсів.

Моніторинг є частиною виконання зобов'язань України щодо європейських директив, зокрема Водної рамкової директиви ЄС, яка встановлює необхідність постійного нагляду за водними ресурсами та їхнього сталого управління.

Програма охоплює всі основні річкові басейни України. Річкові басейни України розділені на вісім регіонів, кожен з яких характеризується різною кількістю масивів підземних вод:

- Басейн річки Дніпро – найбільший в Україні за площею охоплення, він включає 346 масивів підземних вод.
- Басейн річки Дністер – 60 масивів.
- Басейн річки Дунай – 43 масиви.
- Басейн річки Південний Буг – 38 масивів.
- Басейн річки Вісла – 49 масивів.
- Басейн річок Причорномор'я – 9 масивів.
- Басейн річок Приазов'я – 1 масив.
- Басейн річки Дон – 57 масивів.

Таке охоплення дозволяє контролювати підземні води в регіонах із різною економічною активністю та різним рівнем антропогенного навантаження.

Моніторинг підземних вод розділений на кілька етапів і категорій досліджуваних показників:

1. Загальні показники. Ці параметри дають основне уявлення про стан підземних вод, зокрема рівень, температуру, мінералізацію та окисно-відновний потенціал. Вони вимірюються 1-3 рази на рік залежно від місця спостереження та дозволяють виявляти довгострокові зміни в якості води, що можуть бути результатом як природних процесів, так і антропогенних чинників.
2. Макрокомпоненти. До макрокомпонентів входять основні хімічні складові води (йони, солі тощо), які вимірюються з частотою 1 - 4 рази на рік. У басейні річки Дніпро, зокрема в суббасейні Прип'яті, кількість макрокомпонентів збільшена до 15, що вказує на більш ретельний контроль у цій зоні через особливості її екологічного стану.
3. Мікрокомпоненти. Ці показники включають елементи, які зазвичай присутні в невеликих концентраціях, але можуть впливати на здоров'я людини та екосистем. Вимірюються 1 раз на рік.
4. Забруднюючі речовини. Аналіз забруднюючих речовин включає 15 показників і проводиться 4 рази на рік. Це дозволяє вчасно виявляти вплив промислових, сільськогосподарських і комунальних стоків на якість підземних вод. Регулярність вимірювань дозволяє фіксувати зміни у складі вод протягом року.
5. Специфічні синтетичні забруднюючі речовини. До цієї категорії належать пестициди, фармацевтичні препарати, нафтопродукти та інші синтетичні речовини, які вимірюються 1 раз на рік або, у деяких випадках, з періодичністю 1 раз на 2-6 років, залежно від специфіки землекористування. Це важливий аспект, враховуючи широке використання пестицидів у сільському господарстві та можливість їх потрапляння в підземні води.
6. Специфічні несинтетичні забруднюючі речовини.

До цієї групи входять радіоактивні елементи (уран, радон, радій), аналіз яких проводиться з періодичністю від 2 до 6 років, залежно від специфіки землекористування.

Програма реалізується Державною службою геології та надр України (Держгеонадра) у співпраці з регіональними державними підприємствами та геологічними експедиціями. Ця структура дозволяє забезпечити широке географічне покриття та локалізовані дослідження для кожного масиву підземних вод. Загалом програма є важливим кроком у забезпеченні екологічного моніторингу водних ресурсів в Україні. Вона дозволяє вчасно виявляти зміни в якості підземних вод, а також сприяє прийняттю рішень щодо їх охорони та збереження. Регулярність спостережень і широкий набір досліджуваних показників дозволяють контролювати як загальний стан водних ресурсів, так і виявляти специфічні проблеми в окремих регіонах. Оскільки підземні води є важливим джерелом питної води, забезпечення їх чистоти є стратегічно важливим завданням для держави.

6.4. Державний моніторинг масивів поверхневих вод

Наказом Міндовкілля № 37 від 09.01.2023 «Про затвердження Програми державного моніторингу вод» затверджено Програму державного моніторингу вод (у частині діагностичного та операційного моніторингу поверхневих вод) на 2024 рік. Програма державного моніторингу вод на 2024 рік є важливим документом, що регламентує порядок спостереження за станом поверхневих вод України в рамках діагностичного та операційного моніторингу. Ця програма має на меті забезпечення комплексної оцінки водних ресурсів для підтримки екологічного балансу та мінімізації антропогенного впливу на водні об'єкти. Програма складається з двох основних компонентів:

Діагностичний моніторинг – це перша стадія оцінки стану водних масивів, що дозволяє виявити та систематизувати загальні екологічні проблеми та чинники, що впливають на стан вод. Його основне завдання полягає у

встановленні базових параметрів якості води та виявленні найбільш значущих забруднень у водних масивах.

Операційний моніторинг – це систематичне та поглиблене спостереження за водними масивами, яке виконується на основі даних, отриманих під час діагностичного моніторингу. Його завдання полягає у відстеженні змін у стані водних ресурсів та встановленні причинно-наслідкових зв'язків між якістю води та діяльністю людини, включаючи фактори забруднення.

Діагностичний моніторинг на 2024 рік охоплює 57 масивів у наступних річкових басейнах:

- ✓ Басейн р. Дніпро – найбільший водозбірний басейн країни, моніторинг проводиться на 29 масивах.
- ✓ Басейн р. Дністер – 6 масивів.
- ✓ Басейн р. Дунай – 5 масивів.
- ✓ Басейн р. Південний Буг – 2 масиви.
- ✓ Басейн р. Дон – 5 масивів.
- ✓ Басейн р. Вісла – 2 масиви.
- ✓ Басейн річок Причорномор'я – 8 масивів.

Операційний моніторинг передбачає ширше охоплення – 483 масиви у всіх основних річкових басейнах України. Він включає:

- 170 масивів у басейні р. Дніпро.
- 90 масивів у басейні р. Дністер.
- 94 масиви в басейні р. Дунай.
- 48 масивів у басейні р. Південний Буг.
- 42 масиви в басейні р. Дон.
- 21 масив у басейні р. Вісла.
- 15 масивів у басейні річок Причорномор'я.
- 3 масиви у басейні річок Приазов'я.

Програма визначає кілька груп показників для оцінки стану водних масивів, що розподіляються за біологічними, фізико-хімічними, хімічними та гідроморфологічними характеристиками.

1. Біологічні показники. Основними біологічними індикаторами стану вод є фітопланктон, мікрофітобентос (діатомові водорості), судинні рослини, донні макробезхребетні та риби. Ці показники дають змогу оцінити загальну екосистему водних об'єктів, рівень біологічного забруднення та наявність токсичних речовин у воді. Спостереження за цими показниками проводяться 1 раз на рік.
2. Фізико-хімічні показники. До них належать температурний режим води, концентрації кисню, електропровідність, азотисті сполуки та інші параметри, що характеризують загальний стан водних ресурсів. Моніторинг здійснюється 12 разів на рік на всіх ключових масивах.
3. Хімічні показники (пріоритетні та специфічні). Пріоритетні хімічні показники включають концентрацію токсичних речовин, важких металів, нафтопродуктів та інших забруднювачів. Визначення цих показників є критичним при оцінюванні безпеки води для екосистем та населення. Специфічні басейнові показники вивчаються залежно від регіональних умов та виявлених забруднень. Моніторинг здійснюється 12 разів на рік.
4. Гідроморфологічні показники. Ці показники включають фізичні характеристики річкових басейнів, такі як швидкість течії, глибина води в річці, форма русла та наявність бар'єрів для рибної міграції. Оцінка гідроморфологічних показників проводиться один раз на 6 років і є важливою для довгострокового планування управління водними ресурсами. Важливо зазначити, що для деяких масивів поверхневих вод цей вид моніторингу на поточний рік не передбачений.

Програмою визначено, що за виконання моніторингу відповідають декілька державних організацій. ДСНС (Державна служба з надзвичайних ситуацій) – відповідальна за біологічні та гідроморфологічні показники. Держводагентство – здійснює моніторинг фізико-хімічних та хімічних показників. Виконавцями моніторингу є регіональні центри гідрометеорології

(ЦГО, РЦГМ), ГМО, а також Басейнові управління водних ресурсів (БУВР) річок.

Програма державного моніторингу вод на 2024 рік спрямована на забезпечення комплексного контролю якості поверхневих вод у річкових басейнах України. Вона передбачає детальний діагностичний і операційний моніторинг із застосуванням широкого спектра показників, які дають змогу отримати точні та достовірні дані для оцінки екологічного стану водних масивів. Ці дані є важливою основою для розробки подальших стратегій збереження водних ресурсів та підтримання екологічної рівноваги в умовах сучасних викликів, пов'язаних із змінами клімату та антропогенним впливом.

6.5. Спостереження за забрудненням морського середовища

Моніторинг океанічних (морських) вод складається з трьох складових:

- моніторинг абіотичних показників середовища;
- моніторинг факторів впливу;
- моніторинг джерел впливу.

Метою комплексного моніторингу океану є визначення стану Світового океану та прогнозування змін, які відбуваються в його екосистемах внаслідок антропогенних факторів.

Глобальний моніторинг Світового океану буде комплексним за умови виконання таких завдань:

- ✓ виявлення каналів надходження та оцінювання потоків забруднюючих речовин у біопродуктивних та чутливих екосистемах;
- ✓ вивчення негативних наслідків забруднення екосистем;
- ✓ дослідження зв'язків між рівнями накопичення забруднюючих речовин та екологічними змінами, які характерні для певних екосистем;
- ✓ визначення критичних концентрацій забруднюючих речовин, які можуть спричинити порушення функціональних біологічних та біохімічних процесів;

- ✓ вивчення фізичних, хімічних та біологічних процесів, які визначають асиміляційну ємність;
- ✓ побудова математичних моделей окремих екологічних процесів для прогнозування екологічної ситуації в океані в локальному, регіональному та глобальному масштабах.

Комплексний *глобальний моніторинг* океану охоплює екологічний та фізичний моніторинги. *Екологічний моніторинг* океану є системою аналізу, оцінювання та прогнозування стану морських екосистем. *Фізичний моніторинг* океану призначений для аналізу дії фізико-океанографічних та гідродинамічних факторів, які спричиняють поширення та перерозподіл забруднюючих речовин у морському середовищі.

Проблема захисту Світового океану стосується всіх країн, навіть тих, що не мають безпосереднього виходу до нього. У зв'язку з цим ООН розробила і прийняла важливі угоди з регулювання судноплавства, рибальства, добування корисних копалин з морських родовищ тощо. Для постійного контролювання стану Світового океану створена міжнародна мережа моніторингу; широко використовуються космічні методи дистанційного спостереження за допомогою спеціальних супутників.

На виконання вимог Угоди про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, зокрема в частині імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2008/56/ЄС від 17 червня 2008 р. про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища (Рамкова директива про морську стратегію), та з урахуванням Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 р. «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» (Водна рамкова директива), Розпорядженням КМУ від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р схвалено «Морську природоохоронну Стратегію України». В якій зокрема окреслено низку екологічних проблем, які обумовили її прийняття:

- 1) евтрофікація та її наслідки (зокрема масове “цвітіння” води);
- 2) значне забруднення морських екосистем токсичними та канцерогенними речовинами;
- 3) мікробіологічне забруднення;
- 4) зменшення біотичного різноманіття, скорочення обсягу природних ресурсів Азовського та Чорного морів;
- 5) зниження якості та доступності рекреаційних ресурсів;
- б) виникнення загроз здоров’ю населення тощо.

До основних джерел забруднення, засмічення моря відносяться річковий стік, скидання зворотних та стічних вод із стаціонарних берегових джерел, дифузне забруднення, а також забруднення, що надходить з морських суден.

Окреслено стратегічні цілі морської природоохоронної політики та пріоритетні завдання, які спрямовані на досягнення та підтримання “доброго” екологічного стану Чорного та Азовського морів відповідно до Рамкової директиви про морську стратегію з урахуванням пунктів 6 і 14 Цілей сталого розвитку України на період до 2030 року, визначених Указом Президента України від 30 вересня 2019 р. № 722.

Моніторинг морських вод здійснюється для територіального моря та виключної морської економічної зони *України* з метою:

- визначення екологічного стану морських вод;
- встановлення референційних умов для морських вод;
- оцінки прогресу в досягненні встановлених екологічних цілей;
- оцінки тенденцій довгострокових природних та антропогенних змін стану морських вод.

Складовими державного моніторингу морських вод є моніторинг біотичних, гідроморфологічних, фізичних та хімічних показників, вмісту забруднюючих речовин у донних відкладах та у тканинах гідробіонтів, твердих відходів (сміття) у морському середовищі, акустичного (шумового) забруднення морського середовища.

Наказом Міндовкілля від 31 грудня 2020 року № 410, відповідно до пункту 9 Порядку здійснення державного моніторингу вод, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758 затверджена Програма державного моніторингу вод (в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів). Програмою Міндовкілля визначено суб'єктом моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів, тоді як виконавцем зазначеного моніторингу є Український центр екології моря (м. Одеса) (далі – УкрНЦЕМ). Згідно з Програмою державного моніторингу вод (в частині діагностичного моніторингу прибережних та морських вод Чорного та Азовського морів), має бути забезпечено здійснення моніторингу за різними показниками на водних масивах: 40 прибережних ділянок (30 на Чорному та 10 на Азовському морях), одній транзитній ділянці і 38 ділянках морського шельфу Чорного моря, а також 25 глибоководних ділянках (14 в Чорному, 11 в Азовському морях).

Порядок здійснення державного моніторингу вод рекомендує під час здійснення моніторингу морських вод застосування автоматичних систем безперервного вимірювання для таких показників як:

- ✓ концентрація та просторовий розподіл хлорофілу;
- ✓ чисельність, біомаса та просторовий розподіл фітопланктону;
- ✓ біотестування якості води;
- ✓ мікробіота води та донних відкладів;
- ✓ види та кількість сміття;
- ✓ шумове забруднення морського середовища.

На підставі даних та інформації, отриманих в результаті здійснення державного моніторингу морських вод, визначається їх екологічний стан, розробляється морська стратегія та оцінюється прогрес у досягненні “доброго” екологічного стану морських вод в межах виключної морської економічної зони та територіального моря України.

Контрольні запитання

1. Яку інформацію потрібно враховувати при обґрунтуванні системи

гідроекологічного моніторингу?

- 2. Від яких чинників залежить вибір програми моніторингових спостережень?*
- 3. Які програми спостережень використовуються при плануванні моніторингових досліджень?*
- 4. Які спостереження проводять на пунктах різних (першої, другої, третьої, четвертої) категорій?*
- 5. Скільки разів на рік проводять відбір проб води на водотоках різних категорій?*
- 6. Яким чином збирають гідрохімічну інформацію про озера та водосховища?*
- 7. Які вимоги висуваються до відбору проб води?*
- 8. З якою метою при аналізі якості водного середовища використовують гідробіологічні дослідження?*
- 9. Які існують програми і системи спостережень за станом морських вод?*
- 10. Яка роль методів дистанційного зондування Землі у вирішенні завдань моніторингу океанів і морів?*

Використана та рекомендована для самостійного опрацювання література

1. *Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля: підручник. 2-ге вид., доп. та перероб. Рівне : НУВГП, 2023. 350.с.
2. Моніторинг довкілля. Аналітична записка щодо стану та перспектив розвитку державної системи моніторингу довкілля. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/analitychna-zapyska-shhodo-stanu-ta-perspektyv-rozvytku-derzhavnoyi-systemy-monitoryngu-dovkillya>.
3. *Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А.* Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: навчальний посібник. Рівне : Рівненська друкарня, 2000. 504 с.

4. *Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А.* Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля. Рівне : Рівненська друкарня, 2002. 460 с.
5. *Ковальчук І. П., Курганевич Л. П.* Гідроекологічний моніторинг : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 292 с.
6. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П., Оксіюк та ін.]. Київ : СИМВОЛ –Т, 1998. 28 с.
7. Морська природоохоронна Стратегія України. Схвалена Розпорядженням КМУ від від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2021-%D1%80#Text>.
8. Наказ Міндовкілля № 37 від 09.01.2023. «Про затвердження Програми державного моніторингу вод». URL: <https://mepr.gov.ua/nakaz-mindovkillya-37-vid-09-01-2023>.
9. Наказ Міндовкілля № 78 від 19.01.2024 «Про затвердження Програми державного моніторингу вод». URL: <https://mepr.gov.ua/nakaz-mindovkillya-78-vid-19-01-2024>.
10. *Поletaєва Л. М., Сафронов Т. А.* Моніторинг навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ : КНТ, 2007. 172 с.
11. Програма регіонального моніторингу поверхневих вод басейну вибраної ріки. Замость: Бібліотека Моніторингу Середовища, 1996. 80 с.
12. *Романенко В. Д.* Основи гідроекології : підручник. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
13. Стан підземних вод України: щорічник. Київ : Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2021. 124 с.
14. *Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Забокрицька М. Р.* Управління річковими басейнами: навч. посібник. Київ : ДІА, 2024. 236 с.

РОЗДІЛ 7

ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ, КОНТРОЛЬОВАНІ ПОКАЗНИКИ ЇХ СТАНУ ТА МЕРЕЖА МОНІТОРИНГУ

7.1. Хімічний склад природних вод як основа для розуміння гідроекологічних процесів

Хімічний склад природних вод є складним комплексом розчинених мінеральних солей, газів та органічних сполук. У природних водах розчинені майже всі відомі на Землі хімічні елементи, але більша частина з них знаходиться в дуже малих кількостях і їх виявлення є неможливим через недостатню чутливість методів аналізу.

Хімічні компоненти природних вод умовно поділяються на 7 груп (В. К. Хільчевський, 1997):

- розчинені гази – кисень, азот, сірководень, діоксид вуглецю тощо;
- головні йони (макрокомпоненти) – K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- ;
- біогенні речовини – сполуки азоту, фосфору, кремнію, заліза;
- органічні речовини – різноманітні органічні сполуки, які належать до органічних кислот, складних ефірів, фенолів, гумусових речовин, азотовмісних сполук (білки, амінокислоти, аміни) тощо;
- мікроелементи – всі метали (крім головних йонів – K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), а також деякі інші компоненти;
- забруднювальні речовини (пестициди, синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли, нафтопродукти тощо);
- радіоактивні елементи.

Крім вказаних, якісний склад води характеризують також такими показниками, як твердість, лужність, окиснюваність та агресивність. Вони зумовлені сукупним впливом кількох компонентів складу води.

Відображає хімічний склад води її мінералізація – сума визначених при аналізі мінеральних речовин (у мг/дм³, г/кг). Визначають також сухий залишок – загальну масу речовин, які містяться у воді після випаровування фільтрованої води і висушування осаду при температурі 105°C до постійної маси (мг/дм³).

Містяться у воді і розчинені гази. Їх походження зумовлене:

- складом атмосферного повітря (N₂, O₂, Ar, інші інертні гази, CO₂);
- біохімічними процесами (діоксид вуглецю CO₂, метан CH₄, інші важкі вуглеводи, сірководень H₂S, азот N₂, водень H₂);
- процесами дегазації магми, метаморфічних гірських порід в надрах земної кори (CO₂, оксид вуглецю CO, H₂S, H₂, NH₃, хлористий водень, інші сполуки водню з галогенами та бором). Найпоширенішими у поверхневих водах є кисень і діоксид вуглецю, а в підземних – сірководень і метан.

Кисень відіграє важливу роль у формуванні хімічного складу природних вод. Він міститься в природних водах у вигляді розчинених молекул. На вміст кисню у воді впливають дві групи протилежних процесів – підвищуючих і знижуючих його концентрацію. До збагачуючих воду киснем належать процеси абсорбції водою кисню атмосфери та виділення кисню водною рослинністю при фотосинтезі. Останній найбільш активний при t_{води} +20°C, доброму сонячному освітленні та наявності поживних речовин (N, P та ін.).

До процесів, що зменшують вміст кисню відносять ті, що пов'язані із споживанням його при окисненні органіки - біологічні (дихання організмів), біохімічні (дихання бактерій, втрата кисню при розкладанні органічних речовин) і хімічні (окиснення Fe²⁺, Mn²⁺, NO₂⁻, H₂S тощо).

Вміст кисню у воді виражають в абсолютній (мг/дм³, мл/дм³) та відносній формі (% насичення води киснем).

$$O_2 = \frac{\alpha \cdot 100 \cdot 760}{N_p},$$

де α - кількість кисню у воді, мг/дм³; N - норма кисню у воді при даній температурі, мінералізації і тиску 760 мм. рт. ст. (беруться із спеціальних

таблиць); p - тиск атмосферного повітря у даній місцевості.

Відносний вміст кисню у воді іноді буває більшим за нормальний (при активному фотосинтезі та недостатньому перемішуванні води). Як сильний окисник, кисень відіграє важливу санітарно-гігієнічну роль, бо сприяє швидкій мінералізації органічних залишків.

Діоксид вуглецю міститься переважно у вигляді розчинених молекул газу CO_2 та вугільної кислоти H_2CO_3 . Головним джерелом CO_2 у природних водах є процеси окиснення органіки, які супроводжуються виділенням CO_2 . Вміст CO_2 зменшується при фотосинтезі. CO_2 атмосфери і CO_2 води перебувають у стані рухомої рівноваги. У річках та озерах вміст CO_2 досягає 20-30 мг/дм³ та зменшується весною і влітку та зростає восени і до кінця зими. Діоксид вуглецю є дуже важливим для життєдіяльності організмів, він збільшує розчинну здатність води, є джерелом утворення йонів HCO_3^- і CO_3^{2-} .

Азот є хімічно малоактивним, погано розчиняється у воді. Він надходить у земну кору з повітря. Утворюється біологічним шляхом. Він є малоактивним, але важливим для життєдіяльності рослин і тварин. У природних водах може міститися у формі N_2 , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ . Середня концентрація азоту становить 10-15 мг/дм³.

Сірководень є продуктом розпаду білкових речовин, які містять у своєму складі сірку. У річках та озерах H_2S може скупчуватися лише у придонних шарах у випадках ускладнення аерації водної товщі. Цей газ є дуже отруйним.

Йони водню у воді містяться у дуже малій концентрації. Проте їх кількість у природних водах надзвичайно велика, що зумовлено тим, що йони водню, які утворилися при дисоціації у водних розчинах багатьох кислот та їх похідних, пов'язані з ними в єдину систему. Це дозволяє за концентрацією йонів водню обчислювати концентрації інших елементів. При $\text{H}^+ = 10^{-7}$ г/дм³ реакція водного розчину є нейтральною, при $\text{H}^+ < 10^{-7}$ г/дм³ – лужною і при $\text{H}^+ > 10^{-7}$ г/дм³ – кислою. При температурі води $>22^\circ\text{C}$ активність йонів H^+ і OH^- зростає, а при температурі води $< 22^\circ\text{C}$ активність йонів H^+ і OH^- знижується.

Природні води залежно від рН поділяються на 7 груп (Горев, Пелешенко, Хільчевський, 1995) (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Класифікація природних вод за рН

| Тип природних вод | рН |
|-------------------|---------|
| Дуже кислі | <3 |
| Кислі | 3-5 |
| Слабокислі | 5- 6,5 |
| Нейтральні | 6,5-7,5 |
| Слаболужні | 7,5-8,5 |
| Лужні | 8,5-9,5 |
| Дуже лужні | >9,5 |

Суттєвими чинниками, що впливають на рН води, є вміст діоксиду вуглецю та його похідних, наявність органічних гумінових кислот та солей важких металів, забруднювальних речовин промислових стоків.

Для поверхневих вод з невеликим вмістом діоксиду вуглецю характерна слаболужна реакція. Слабокисла реакція вод характерна для лісової зони. При гідролізі солей важких металів утворюються сильнокислі води.

Кислі і слабокислі води формуються при розкладанні органічних речовин і надходженні у води вугільної кислоти, фульвокислот, інших органічних кислот. Слабокислі води поширені в зоні вивітрювання (гіпергенезу) гірських порід.

Нейтральні та слаболужні води (рН 6,5-8,5) містять $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, проте менш сприятливі для більшості металів, які осаджуються у формі нерозчинних солей. Підвищення рН до 8,5-10,5 здебільшого пов'язане з присутністю соди (Na_2CO_3 або NaHCO_3).

До головних йонів, що містяться у природних водах, належать Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} і K^+ . Вміст хлоридних, сульфатних і гідрокарбонатних солей натрію, магнію, кальцію і калію у прісних водах становить 90-95 % всіх солей. Основними джерелами надходження йона хлориду є хлористі мінерали

гірських порід (NaCl, KCl) і ґрунтів, атмосферні опади, стічні води промислових підприємств, господарсько-побутові відходи.

Вміст *сульфатних йонів* лімітується наявністю йонів Ca^{2+} , які утворюють з ними відносно малорозчинний CaSO_4 . Поступають сульфат-йони з дощовими та ґрунтовими водами, а також у результаті розкладання промислових і побутових стічних вод з повітря (при спалюванні палива).

Гідрокарбонатні та карбонатні йони є найважливішими складовими хімічного складу природних вод. Основним джерелом цих йонів виступають карбонатні породи (вапняки, мергелі, доломіти), CO_2 повітря та мікробіохімічні процеси.

Йони натрію належать до найпоширеніших катіонів. Натрій має дуже високу міграційну здатність (поступається за цим показником лише хлору). Основним джерелом надходження Na^+ у води є продукти вивітрювання вивержених порід, поклади солей натрію (переважно кам'яної) та його сполук.

Йони кальцію серед лужних і лужноземельних металів містяться в найбільшій кількості. Вміст кальцію у вапняках, мергелях, доломітах та інших породах може досягти 10-40%, а в живій речовині – 0,5%. Після смерті організмів він переходить у мінеральну форму і надходить у ґрунт. В слабомінералізованих водах кальцій є домінуючим йоном. Гідрокарбонатні кальцієві води найчастіше зустрічаються у добре дренованих місцевостях. Джерелом надходження йонів Ca^{2+} у природні води є вапняки, доломіти і гіпс, які при взаємодії з водою розчиняються; утворюються вони і при вивітрюванні силікатів, які містять кальцій.

Йони магнію є майже в усіх типах природних вод. За хімічними властивостями він близький до кальцію. Надходження у води пов'язане з розчиненням доломітів, мергелів чи продуктів вивітрювання магматичних порід (ультраосновних та основних).

Біогенні речовини у природних водах представлені сполуками азоту, фосфору і кремнію. Концентрації біогенних елементів цілком залежать від інтенсивності біохімічних та біологічних процесів у водоймах.

Сполуки азоту представлені неорганічними (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) та органічними формами (колоїдами, суспензіями та розчиненими молекулами), що утворюються внаслідок біологічних процесів і біохімічного розкладання залишків організмів. Кругообіг сполук азоту у воді здійснюється за схемою: рослини \Rightarrow тварини \Rightarrow продукти розпаду $\Rightarrow \text{NH}_4^+$, NO_2^- , $\text{NO}_3^- \Rightarrow$ рослини. Крім того, сполуки азоту попадають у воду з промисловими і побутовими стічними водами, стоками з сільськогосподарських угідь. Наявність сполук у воді свідчить про погіршення санітарного стану вод.

Концентрація NH_4^- у незабруднених поверхневих водах становить соті частки мгN/дм^3 , підвищуючись іноді до $0,5 \text{ мгN/дм}^3$. У водах річок та водойм його концентрація зменшується навесні і влітку внаслідок асиміляції рослинами і збільшується восени при посиленні процесу розпаду органіки, накопиченої влітку.

Нітрити мають низьку стійкість, тому їх вміст у природних водах є невеликим (тисячні частки мгN/дм^3). Він дещо збільшується наприкінці літа при посиленні розпаду органічної речовини. Підвищення вмісту нітритів у воді свідчить про інтенсифікацію розкладання органічних решток і затримку окиснення NO_2^- до NO_3^- , також про ступінь забруднення водойм.

Нітрати є найстійкішими неорганічними сполуками зв'язаного азоту. Головним споживачем їх є рослини. У вегетаційний період (весна - літо) вміст NO_3^- зменшується; восени при відмиранні рослин у воді та мінералізації органіки нітратами азотних добрив води можуть містити 50 мгN/дм^3 і більше.

У природних водах *фосфор* міститься у вигляді неорганічних та органічних сполук, причому останні перебувають як у розчиненому, так і в колоїдному стані. Фосфор буває у воді також у вигляді суспензій неорганічного (апатити, фосфорити тощо) та органічного (залишки організмів) походження. При $\text{pH} > 7$ переважає форма $\text{H}_2\text{PO}_4^{3-}$ (майже 90 %) з домішками H_2PO_4^- (майже 10 %). У кислих водах неорганічний фосфор домінує у формі $\text{H}_2\text{PO}_4^{3-}$.

У природних водах фосфор міститься в надзвичайно малих кількостях (соті

і десяти частки мгР/дм³) внаслідок низької розчинності його сполук та інтенсивного їх поглинання гідрокарбонатами.

Кремній є постійним компонентом складу природних вод, але через низьку розчинність сполук кремнію його вміст у воді є незначним.

Органічні речовини, незважаючи на велику кількість форм, складаються переважно з вуглецю, кисню і водню (98,5 % по масі), а також азоту, фосфору, сірки, калію, кальцію та інших елементів. Вміст органічної речовини у воді характеризують за кількістю атомарного кисню в мг, який витрачається на її окиснення в 1 дм³ води (мгО/дм³). Цей показник називають *окиснюваністю води*. Залежно від окисника, розрізняють *перманганатну і біхроматну окиснюваність*. З біхроматною окиснюваністю ототожнюється поняття *хімічного споживання кисню (ХСК, мгО/дм³)*. Непряму уяву про кількість органічної речовини дає *біохімічне споживання кисню (БСК)*, тобто кількість кисню, який споживається за певний час при біохімічному окисненні у воді речовин в аеробних умовах (мгО₂/дм³) за 5 діб.

Біохімічне окиснення – це процес бактеріального розкладу та окиснення органічних речовин (метаболітів, детриту) в усій водній товщі. Органічні речовини розкладаються до діоксиду вуглецю, амонійного, нітратного, фосфорного і сульфатного йонів, силікатної кислоти, вугільного азоту, інших продуктів; частково трансформуються у стійкі до окиснення органічні сполуки. Швидкість розкладання та окиснення органіки у воді пропорційна її температурі: при підвищенні температури на 10 °С швидкість окиснення зростає у 2,2 раза.

Найчастіше вживається показник БСК₅ – біохімічне споживання кисню за 5 діб. Він дає оцінку ступеня забрудненості водного об'єкту та вмісту органічних речовин, які легко окиснюються.

У поверхневих водах значення БСК₅ змінюється переважно від 0,5 до 4,0 мгО₂/дм³ як по сезонах, так і впродовж доби. Загальна концентрація органічних речовин коливається у широких межах. Найбільшою вона є у болотних водах і

річкових з болотним живленням – до 50 мг/дм³ і більше, а в річках незаболочених регіонів – до 20 мг/дм³.

Крім органічних речовин, у водах річок містяться ще й *мікроелементи*, які за класифікацією О. О. Альокіна поділено на 5 підгруп:

- типові катіони (Li⁺, Rb⁺, Cs⁺, Be²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺);
- йони важких металів (Cu²⁺, Ag⁺, Au⁺, Pb²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, Co²⁺);
- амфотерні комплексоутворювачі (Cr, Mo, V, Mn);
- типові аніони (Br⁻, J⁻, F⁻, B³⁻);
- радіоактивні елементи.

Крім природних речовин, у воді річок містяться і забруднювальні речовини:

- *пестициди* (акарициди, інсектициди, бактерициди, гербіциди, фунгіциди тощо);
- *синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)*, які здатні адсорбуватися на поверхнях розділу фаз і знижувати внаслідок цього їх поверхневу енергію (поверхневий натяг);
- *феноли*, які є ароматичними сполуками, що надходять у води річок зі стічними водами нафтопереробних, лісохімічних, лакофарбових, фармацевтичних та ін. підприємств. У забруднених водах концентрація фенолів може досягати десятки – сотні мкг/дм³;
- *нафтопродукти* (палива, мастила, тверді вуглеводні, бітуми).

7.2. Контрольовані показники стану водних ресурсів та водних об'єктів

Серед 30 показників якості поверхневих вод, які вивчаються на пунктах моніторингу в системі Міндовкілля України, виділяють дві групи показників:

- *загально-санітарні показники* (температура води, прозорість, запах, колірність, завислі частки, рН, азот амонію, азот нітритів, азот нітратів, фосфати, БСК, кисень розчинений, лужність, сухий залишок, сульфати, хлориди, кальцій, магній, залізо загальне);

- *специфічні показники* (феноли, нафтопродукти, хром трьохвалентний, хром шестивалентний, мідь, цинк, марганець, кадмій, нікель, свинець, СПАР).

В системі організацій українського гідрометеорологічного центру ДСНС України при моніторинзі водних об'єктів визначають 45 показників за двома групами:

- *загально-санітарні показники* (температура води, прозорість, запах, колірність, завислі речовини, рН, азот амонію, азот нітритів, азот нітратів, сума мінеральних азотних сполук, окиснюваність біохроматна, окиснюваність перманганатна, фосфати, кремнекислота, фосфор загальний, БСК, вуглекислий газ, кисень розчинений, ступінь насичення киснем, сульфати, сума йонів, жорсткість загальна, гідрокарбонати, натрій, хлориди, кальцій, магній, залізо загальне);
- *специфічні показники* (феноли, нафтопродукти, хром шестивалентний, СПАР, мідь, цинк).

В системі Держводагентства України визначають 42 показники стану вод за трьома групами:

- *загально-санітарні показники* (температура води, прозорість, запах, колірність, завислі речовини, рН, азот амонію, азот нітритів, азот нітратів, фосфати, БСК, ХСК, кисень розчинений, лужність, кислотність, жорсткість загальна, сухий залишок, сульфати, хлориди, кальцій, магній, залізо загальне, калій, натрій);
- *специфічні показники* (феноли, нафтопродукти, амінопродукти, нітропродукти, хром тривалентний, хром шестивалентний, мідь, цинк, марганець, фтор, кадмій, нікель, алюміній, свинець, кобальт, ртуть, пестициди, СПАР);
- *радіонукліди* (цезій-137, стронцій-90).

Екологічна оцінка якості вод. Ще в 1982 році представниками водогосподарських органів ряду країн прийняті єдині (нормативні) критерії якості вод. Під нормативами розуміють допустимі показники (граничні

величини) фізико-хімічного складу і біотичного стану вод та їх властивостей, які відповідають вимогам різноманітних користувачів.

Виділено шість класів якості води (табл.7.2):

I – вода дуже чиста;

II – чиста;

III – мало забруднена;

IV – помірно забруднена;

V – забруднена;

VI – дуже забруднена

Від класу якості вод залежить можливість її використання в тій чи іншій галузі народного господарства.

Вода 1-го класу якості з мінімальною підготовкою використовується для питного водопостачання; в усіх галузях господарства вона використовується без попередньої підготовки.

Вода 2-го класу якості вимагає достатньо складної підготовки для використання в питному водопостачанні; в інших галузях частіше всього використовується без попередньої підготовки.

Вода 3-го класу якості для питних і ряду виробничих цілей вимагає складної підготовки; в деяких випадках (зрошення, охолодження та ін.) може бути використана без підготовки.

Вода 4-го класу якості навіть після підготовки непридатна для питного водопостачання, риборозведення, цілей рекреації і для використання у виробництві. Вимагає більш складної підготовки.

Вода 5-го класу якості може бути лише умовно використана для зрошення та охолодження, але непридатна для інших цілей.

Вода 6-го класу практично непридатна для всіх видів водокористування, за винятком судноплавства.

В Україні у 1994 р. Міністерством охорони навколишнього природного середовища було розроблено і введено в дію «Екологічну оцінку якості поверхневих вод суші та естуаріїв України» (КНД 211.1.4.010-94). Цей

документ є основою для оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України з екологічних позицій та одержання інформації про стан водних об'єктів.

Таблиця 7.2

**Нормативи якості поверхневих текучих вод (з екологічних позицій)
(Яцик А. В., 2004))**

| Показники | Класи якості води | | | | | |
|--|-------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|---------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| Температура, °C | <20 | 20-25 | 25 | 26-30 | >30 | >30 |
| Величина рН | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,0-8,5 | 6,0-9,0 | 6,0-9,0 |
| Розчинений кисень, мг/дм ³ | >8 | 8-6 | 5 | 4 | 3-2 | <2 |
| Насиченість киснем, % | >90 | 90-75 | 74-60 | 59-40 | 39-20 | <20 |
| Загальна кількість завислих речовин, мг/дм ³ | <20 | 20-30 | 31-50 | 51-100 | 101-200 | >200 |
| Хлориди, мг/дм ³ | <50 | 50-150 | 151-200 | 201-300 | 301-500 | >500 |
| Сульфати, мг/дм ³ | <50 | 50-150 | 151-200 | 201-300 | 301-400 | >400 |
| Залізо, мг/дм ³ | <0,5 | 0,5-1,0 | 1,0 | 2,0-5,0 | 5,1-10 | >10 |
| Марганець, мг/дм ³ | <0,05 | 0,5-0,1 | 0,11-0,30 | 0,31-0,80 | 0,81-1,50 | >1,50 |
| Амоній, мг/дм ³ | <0,1 | 0,1-0,2 | 0,3-0,5 | 0,6-2,0 | 2,1-5,0 | >5,0 |
| Нітрити, мг/дм ³ | <0,002 | 0,002-0,005 | 0,006-0,020 | 0,03-0,05 | 0,06-0,10 | >0,10 |
| Нітрати, мг/дм ³ | <1 | 1-3 | 4-5 | 6-10 | 11-20 | >20 |
| Фосфати, мг/дм ³ | <0,025 | 0,25-0,20 | 0,21-0,50 | 0,6-1,0 | 1,1-2,0 | >2,0 |
| Загальний фосфор, мг/дм ³ | 0,05 | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 |
| Хімічне споживання кисню (пергаментна), мг О/дм ³ | <5 | 5-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | >40 |
| Хімічне споживання кисню (біхроматна), мг О/дм ³ | <15 | 15-25 | 26-50 | 51-70 | 71-100 | >100 |
| Біохімічне споживання кисню (БСК), мг О/дм ³ | <2 | 2-4 | 5-8 | 9-15 | 16-25 | >25 |
| Мідь, мкг/дм ³ | <20 | 20-50 | 51-100 | 101-200 | 201-500 | >500 |
| Нікель, мкг/дм ³ | <20 | 20-50 | 51-100 | 101-200 | 201-500 | >500 |
| Цинк, мг/дм ³ | <0,2 | 0,2-1,0 | 1,1-2,0 | 2,1-5,0 | 5,1-10,0 | >10,0 |
| Сульфати, мкг/дм ³ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | <0,01 | 0,01-0,02 | >0,02 |
| Загальна кількість ціанідів, мг/дм ³ | 0,0 | 0,0 | <0,5 | 0,6-1,0 | 1,1-2,0 | >2,0 |

Екологічна характеристика якості поверхневих вод суші та естуаріїв України ведеться за екосистемним принципом. Необхідна об'єктивність оцінки досягається досить широким набором показників, які характеризують абіотичну і біотичну складові водних екосистем.

Комплекс показників для оцінки якості води включає загальні і специфічні показники. Загальні показники, до яких належать показники

сольового складу і трофо-сапробності (еколого-санітарні), характеризують інгредієнти, величина яких може змінюватись під впливом господарської діяльності.

Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднювальних речовин токсичної і радіаційної дії.

Система оцінки якості води включає три блоки:

- ✧ показники сольового складу;
- ✧ трофо-сапробіологічні показники;
- ✧ специфічні показники токсичної та радіаційної дії.

Оцінка *сольового складу* поверхневих вод суші передбачає:

- 1) визначення галинності за величиною ступеня мінералізації (табл. 7.3);
- 2) визначення класу, групи і типу вод за співвідношенням основних йонів (табл. 7.4). При цьому клас води визначається за переважаючими аніонами, група – за переважаючими катіонами, типи вод – за співвідношенням між йонами (в еквівалентах):
 - I. $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$;
 - II. $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$;
 - III. $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ або $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$;
 - IV. $\text{HCO}_3^- = 0$
- 3) оцінку якості прісних вод за вмістом компонентів сольового складу, що відбиває ступінь їх антропогенного забруднення хлоридами, сульфатами та іншими йонами (табл. 7.5).

Трофо-сапробіологічна (еколого-санітарна) оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв дається за такими групами показників (табл. 7.6):

- гідрофізичні – завислі речовини, прозорість;
- гідрохімічні – концентрація водневих йонів, азот амонійний, азот нітритний, фосфор, фосфати, розчинений кисень, перманганатна і біохроматна окиснюваність, біохімічне споживання кисню;

- гідробіологічні – біомаса фітопланктону, індекс самоочищення-самозабруднення;
- бактеріологічні – чисельність бактеріопланктону та сапрофітних бактерій;
- біоіндикація сапробності – індекси сапробності за системою Пантле-Букка і Гуднайта-Уітлея.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за *специфічними показниками токсичної дії* дається на підставі наявності і вмісту у воді таких інгредієнтів: ртуть, кадмій, мідь, цинк, свинець, хром, нікель, арсен, залізо, марганець, хлориди, ціаніди, нафтопродукти, феноли (летючі), синтетичні поверхнево-активні речовини, хлорорганічні та фосфорорганічні пестициди. Оцінка за важкими металами дається за їх вмістом у воді.

Оцінка якості поверхневих вод за *специфічними показниками радіаційної дії* виконується за такими параметрами: сумарна β -активність, концентрація стронцію-90 і цезію-137 (табл. 7.7).

Конкретні гідрофізичні, гідрохімічні, гідробіологічні та специфічні показники є елементарними ознаками якості води. Комплексні кількісні показники, що побудовані на інтегруванні елементарних ознак якості води, є узагальнюючими ознаками якості води. На основі елементарних та узагальнюючих ознак визначаються категорії та індекси якості води, зони і підзони сапробності, категорії і підкатегорії трофності.

Система екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України має вісім категорій якості води, виділення яких базується на таких узагальнюючих ознаках:

- I – відмінна;
- II – добра;
- III – досить добра;
- IV – задовільна;
- V – посередня;
- VI – погана;

VII – дуже погана;

VIII – занадто погана.

Категорії якості води відбивають природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші. За ступенем забруднення категорії якості води характеризують її як:

I – дуже чисту;

II – чисту;

III – досить чисту;

IV – легко забруднену;

V – помірно забруднену;

VI – забруднену;

VII – брудну;

VIII – дуже брудну.

За трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) показниками вони відповідають певним підкатегоріям трофності і підзонам сапробності:

I – олігомезотрофна, β -олігосапробна;

II – мезотрофна, α -олігосапробна;

III – мезоевтрофна, β -мезосапробна;

IV – евтрофна, β -мезосапробна;

V – еволітрофна, α' -мезосапробна;

VI – політрофна, α'' -мезосапробна;

VII – полігіпертрофна, β -полісапробна;

VIII – гіпертрофна, α -полісапробна.

Контрольовані параметри стану ґрунтових і підземних вод. До основних контрольованих параметрів підземних вод, за якими здійснюють спостереження, належать: глибина залягання рівня підземних вод, хімічний і бактеріологічний склад, фізичні властивості, дебіт, запаси вод.

Глибину залягання рівня підземних вод визначають практично на всіх пунктах спостереження незалежно від їхнього відомчого підпорядкування, мети та завдань моніторингу. Виняток становлять лише джерела підземних вод.

Фізичними властивостями підземних вод, які контролюються у процесі моніторингу є:

- колір;
- прозорість;
- смак;
- запах;
- завислі речовини;
- температура.

Визначення фізичних властивостей вод здійснюється водночас з визначенням їхнього хімічного складу. При здійсненні державного моніторингу виконують, зазвичай, стандартний аналіз води, який передбачає визначення таких складових (мікроелементів): натрій, калій, амоній, кальцій, магній, залізо, гідрокарбонат- і карбонат йони, хлор, сульфати, нітрити, нітрати, кремнієва кислота, вільна та агресивна вуглекислота, жорсткість загальна, карбонатна, постійна і тимчасова, водневий показник (рН), загальна мінералізація, окиснюваність.

За спеціальним завданням, переважно на локальному та детальному рівнях, а також на ділянках виникнення надзвичайних ситуацій додатково визначають вміст: нафтопродуктів, фенолів, ціанідів, миш'яку, свинцю, ртуті, хрому, міді, кадмію, пестицидів.

На родовищах мінеральних вод, крім цього, визначають вміст газів, розчинених органічних речовин і бактеріологічний склад (колі-титр, коли-індекс).

На визначених об'єктах моніторингу можуть виконувати декілька видів хімічного аналізу вод:

- оперативний;
- стислий;
- аналіз на вміст органіки;
- бактеріологічний.

Таблиця 7.3

Ступінь мінералізації вод, г/дм³ (Сніжко С.І., 2001)

| Прісні води | | | | Солонуваті води | | Солоні води, ‰ | | |
|-------------|-----------|--------------|-----------|-----------------|-----------|----------------|-------------|---------------|
| Гіпогалинні | | Олігогалинні | | Мезогалинні | | полігалинні | евгалинні | ультрагалинні |
| В | А | β | А | β | А | | | |
| < 0,10 | 0,10-0,50 | 0,51-0,75 | 0,76-1,00 | 1,01-5,00 | 5,01-18,0 | 18,01-30,00 | 30,01-40,00 | > 40,00 |

Таблиця 7.4

Класифікація води за йонним складом (Сніжко С.І., 2001)

| Клас | Гідрокарбонатні (С) | | | | | | | | | Сульфатні (S) | | | | | | | | | Хлоридні (Cl) | | | | | | | | |
|-------|---------------------|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|---------------|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|---------------|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|
| | Ca | | | Mg | | | Na | | | Ca | | | Mg | | | Na | | | Ca | | | Mg | | | Na | | |
| Група | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Тип | I | II | III | I | II | III | I | II | III | II | III | IV | II | III | IV | I | II | III | II | III | IV | II | III | IV | I | II | III |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця 7.5

Оцінка якості прісних вод за вмістом компонентів сольового складу (Сніжко С.І., 2001)

| Показник, мг/дм ³ | Категорія якості води | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|--------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Сума йонів | < 300 | 300-500 | 501-750 | 751-900 | 901-1250 | 1251-1750 | 1751-2000 | > 2000 |
| Хлориди | < 25 | 25-50 | 51-75 | 76-100 | 101-150 | 151-250 | 251-500 | > 500 |
| Сульфати | < 25 | 25-50 | 51-75 | 76-100 | 101-150 | 151-200 | 201-400 | > 400 |

Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники (Сніжко С.І., 2001)

| Показники | Категорії якості води | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Гідрофізичні | | | | | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | < 5 | 5-10 | 11-20 | 21-30 | 31-50 | 51-100 | 101-200 | > 200 |
| Прозорість, м (по диску Секкі) | > 1,50 | 1,00-1,50 | 0,65-0,95 | 0,50-0,60 | 0,35-0,45 | 0,25-0,30 | 0,15-0,20 | < 0,15 |
| Гідрохімічні | | | | | | | | |
| pH | 6,9-7,0 7,1-7,5 | 6,7-6,8 7,6-7,9 | 6,5-6,6 8,0-8,1 | 6,3-6,4 8,2-8,3 | 6,1-6,2 8,4-8,5 | 5,9-6,0 8,6-8,7 | 5,5-5,8 8,8-9,0 | < 5,5 > 9,0 |
| NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³ | < 0,10 | 0,10-0,20 | 0,21-0,30 | 0,31-0,50 | 0,51-1,0 | 1,01-2,50 | 2,51-5,0 | > 5,0 |
| NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³ | < 0,002 | 0,002-0,005 | 0,006-0,01 | 0,011-0,020 | 0,021- 0,050 | 0,051-0,100 | 0,101-0,300 | > 0,300 |
| NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³ | < 0,20 | 0,20-0,30 | 0,31-0,50 | 0,51-0,70 | 0,71-1,00 | 1,01-2,50 | 2,51-7,50 | > 7,5 |
| PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³ | < 0,015 | 0,015-0,030 | 0,031- 0,050 | 0,051-0,100 | 0,101- 0,200 | 0,201-0,300 | 0,301-0,600 | > 0,600 |
| O ₂ , мгO ₂ /дм ³ | > 8,0 | 7,6-8,0 | 7,1-7,5 | 6,1-7,0 | 5,1-6,0 | 4,1-5,0 | 2,0-4,0 | < 2,0 |
| % насичення | 96-100 101-105 | 91-95 106-110 | 81-90 111-120 | 71-80 121-130 | 61-70 131-140 | 41-60 141-150 | 20-40 151-160 | < 20 > 160 |
| Перманганатна окиснюваність, мгO/дм ³ | < 4,0 | 4,0-6,0 | 6,1-8,0 | 8,1-10,0 | 10,1-15,0 | 15,1-20,0 | 20,1-25,0 | > 25 |
| Біохроматна окиснюваність, мгO/дм ³ | < 12 | 12-18 | 19-25 | 26-30 | 31-40 | 41-60 | 61-80 | > 80 |
| | | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|
| БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³ | < 0,7 | 0,7-1,2 | 1,3-1,6 | 1,7-2,1 | 2,2-4,0 | 4,1-7,0 | 7,1-15,0 | > 15,0 |
| Гідробіологічні | | | | | | | | |
| Біомаса фітопланктону, мг/дм ³ | < 0,5 | 0,5-1,0 | 1,1-2,0 | 2,1-5,0 | 5,1-10,0 | 10,1-50,0 | 50,1-100,0 | > 100,0 |
| Індекс самоочищення-самозабруднення (A/R) | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,2-0,4 | < 0,2 |
| Бактеріологічні | | | | | | | | |
| Чисельність бактеріопланктону, млн.кл/мл | < 0,5 | 0,5-1,5 | 1,6-2,5 | 2,6-5,0 | 5,1-7,0 | 7,1-10,0 | 10,1-20,0 | > 20,0 |
| Чисельність сапрофітних бактерій, тис.кл/мл | < 0,5 | 0,6-1,0 | 1,1-3,0 | 3,1-5,0 | 5,1-10,0 | 10,1-25,0 | 25,1-100,0 | > 100,0 |
| Біоіндикація сапробності (індекс сапробності) | | | | | | | | |
| За Пантле-Букком | < 1,0 | 1,1-1,5 | 1,6-2,0 | 2,1-2,5 | 2,6-3,0 | 3,1-3,5 | 3,6-4,0 | > 4,0 |
| За Гуднайтом-Уітлеєм | 1-20 | 21-35 | 36-44 | 45-50 | 51-57 | 58-65 | 66-85 | 86-100 |
| Зони сапробності | Олігосапробна | | β-мезосапробна | | α-мезосапробна | | Полісапробна | |
| | β - олігосапробна | α - олігосапробна | β' - мезосапробна | β'' - мезосапробна | α' - мезосапробна | α'' - мезосапробна | β – полісапробна | α – полісапробна |
| Категорії трофності (переважаючий тип) | Оліготрофна | Мезотрофна | | Евтрофна | | Політрофна | | Гіпертрофна |
| | Олігомезотрофна | Мезотрофна | Мезоевтрофна | Евтрофна | Евполітрофна | Політрофна | Полігіпертрофна | Гіпертрофна |

Таблиця 7.7

Специфічні показники токсичної (мкг/дм³) і радіаційної (Кі/дм³) дії (Сніжко С. І., 2001)

| Показники | Категорії якості води | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | I-II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Ртуть | < 0,1 | 0,1-0,2 | 0,3-0,5 | 0,6-1,0 | 1,1-2,5 | 2,6-5,0 | > 5,0 |
| Кадмій | < 0,1 | 0,1-0,2 | 0,3-0,5 | 0,6-1,5 | 1,6-5,0 | 5,1-10,0 | > 10,0 |
| Мідь | < 1 | 1-2 | 3-10 | 11-25 | 26-50 | 51-100 | > 100 |
| Цинк | < 1 | 10-20 | 21-50 | 51-100 | 101-200 | 201-300 | > 300 |
| Свинець | < 2 | 2-10 | 11-20 | 21-50 | 51-100 | 101-200 | > 200 |
| Хром | < 2 | 2-5 | 6-10 | 11-25 | 26-50 | 51-100 | > 100 |
| Нікель | < 1 | 1-10 | 11-20 | 21-50 | 51-100 | 101-200 | > 200 |
| Арсен | < 1 | 1-5 | 6-15 | 16-25 | 26-35 | 36-50 | > 50 |
| Залізо | < 50 | 50-100 | 101-500 | 501-1000 | 1001-2500 | 2501-5000 | > 5000 |
| Марганець | < 10 | 10-50 | 51-100 | 101-500 | 501-1250 | 1251-2500 | > 2500 |
| Флориди | < 100 | 100-150 | 151-200 | 201-500 | 501-1000 | 1001-3000 | > 3000 |
| Ціаніди | 0 | < 10 | 10-25 | 26-50 | 51-100 | 101-150 | > 150 |
| Нафтопродукти | < 10 | 10-50 | 51-100 | 101-200 | 201-300 | 301-750 | > 750 |
| Феноли (летючі) | 0 | < 1 | 1-2 | 3-5 | 6-20 | 21-100 | > 100 |
| СПАР | 0 | < 20 | 20-50 | 51-100 | 101-250 | 251-1000 | > 1000 |
| Хлорорганічні пестициди | 0 | < 1 | 1-5 | 6-10 | 11-50 | 51-250 | > 250 |
| Фосфорорганічні пестициди (тіофос) | 0 | < 1 | 1-3 | 4-10 | 11-25 | 26-50 | > 50 |
| Сумарна В-активність | < 0,44·10 ⁻¹¹ | (0,44-0,75) · 10 ⁻¹¹ | (0,76-1) · 10 ⁻¹¹ | (1,1-15) · 10 ⁻¹¹ | (15,1-27) · 10 ⁻¹¹ | (27,1-50) · 10 ⁻¹¹ | > 50·10 ⁻¹¹ |
| ⁹⁰ Sr | < 6,2·10 ⁻¹³ | (6,2-9,9) · 10 ⁻¹³ | (1-3) · 10 ⁻¹² | (3,1-40) · 10 ⁻¹² | (4,1-8,9) · 10 ⁻¹¹ | (9-40) · 10 ⁻¹¹ | > 4·10 ⁻¹⁰ |
| ¹³⁷ Cs | < 1,2·10 ⁻¹³ | (1,2-5) · 10 ⁻¹³ | (5,1-50) · 10 ⁻¹³ | (5,1-150) · 10 ⁻¹² | (1,6-15) · 10 ⁻¹⁰ | (1,6-15) · 10 ⁻⁹ | > 1,5·10 ⁻⁸ |

Оперативний аналіз здійснюють з метою контролю за параметрами, які визначають головні (бальнеологічні) властивості вод. *Стислий аналіз* включає визначення вмісту основних мікроелементів (катіонів та аніонів). Періодичність і перелік пунктів досліджень визначає головний гідрогеолог станції.

Під час вивчення хімічного складу підземних вод на меліорованих землях визначають такі компоненти: рН, HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , нітрат-йон, нітрит-йон, нафтопродукти, жорсткість, мінералізація.

На окремих системах за спеціальним завданням визначають хімічний склад ґрунтів і ґрунтових вод, у тому числі отримують дані щодо вмісту макро- і мікроелементів. Останніми роками, у зв'язку з відсутністю коштів, такі аналізи не виконуються.

Дебіт підземних вод визначають у пунктах спостережень, розташованих на водозаборах і родовищах мінеральних вод. Здебільшого на пунктах дебіт визначають щоденно.

Важливою складовою системи моніторингу поверхневих і підземних вод є *метеорологічна мережа*. Крім метеостанцій, до мережі метеорологічного моніторингу входять: авіаметеорологічні станції, агрометеорологічні та аерологічні станції. На цих об'єктах вимірюються фізичні параметри стану атмосфери: хмарність, опади, характеристики вітру, температура повітря і ґрунту, ведуться спостереження за сніговим покривом та атмосферними явищами.

Метеорологічний моніторинг включає спостереження на станціях (регулярні) і маршрутні дослідження, які здійснюються в певний період (снігозйомки, відбір проб ґрунту на вологість, оцінювання стану рослинного покриву тощо).

Другою складовою мережі моніторингу є *гідрологічна мережа спостережень*.

Основними видами спостережень, які здійснюються на гідрологічній мережі є:

- 1) режимні спостереження на річках;

- 2) режимні спостереження на озерах і водосховищах;
- 3) прибережні гідрологічні спостереження на морях;
- 4) спостереження з суден;
- 5) спеціальні гідрометеорологічні спостереження.

Третя складова - *гідрохімічна мережа*. Хімічний аналіз проб здійснювався у 12 лабораторіях. В пробах вод визначалося 45 показників.

7.3. Оцінка якості масивів поверхневих і підземних вод

На основі інформації, отриманої в результаті державного моніторингу вод (ДМВ) для масивів поверхневих і підземних вод, проводиться оцінка їхнього екологічного та хімічного стану. Також визначається екологічний потенціал для штучних або істотно змінених масивів поверхневих вод, а для підземних вод оцінюється їхній кількісний і хімічний стан. Ці дані є основою для розробки планів управління річковими басейнами, що включають заходи для досягнення необхідного екологічного стану. Завдяки такому підходу вдається не лише оцінити поточний стан водних ресурсів, а й забезпечити їх ефективне управління та захист на основі наукових даних.

Оцінювати екологічний стан поверхневих вод, відповідно до Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС, можна за допомогою індексу екологічної якості (EQI). Цей індекс визначається шляхом порівняння значень показників, отриманих у конкретному водному об'єкті, зі значеннями цих показників у референційних (еталонних) умовах. *Референційні (еталонні) умови* – це умови, що існують у природних або незначно змінених екосистемах, які не зазнавали антропогенного впливу. Такий стан визначає водний об'єкт (як теперішній, так і в минулому), за якого показники гідроморфологічних, фізико-хімічних і біологічних характеристик зберігаються в межах, які б існували без впливу людини. Класифікація індексу EQI за якісними класами вод надається у керівному документі ЄС «Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document № 10».

У 2019 році Міністерство екології та природних ресурсів України затвердило методику класифікації масивів поверхневих вод (МПВ) за екологічним та хімічним станом. Цей документ регламентує правила віднесення водних об'єктів до різних класів екологічного потенціалу, включно зі штучними або істотно зміненими масивами вод.

Методика визначає п'ять класів екологічного стану водних об'єктів:

1. *Відмінний стан* (I клас) – позначений синім кольором, вказує на екологічну чистоту і практично відсутній вплив людини. Основні характеристики: значення біологічних показників відповідають референційним умовам, тобто умовам без антропогенного впливу; відсутність змін у фізико-хімічних показниках (масиви характеризуються відсутністю значного забруднення або антропогенної діяльності); гідроморфологічні показники також знаходяться у межах природних норм, що підтверджує відсутність впливу на структуру і функціонування водних екосистем.
2. *Добрий стан* (II клас) – зелений колір, свідчить про незначні зміни, але якість води все ще на високому рівні. Основні характеристики: біологічні показники незначно відрізняються від референційних умов, але все ще залишаються у межах норми; наявність помірних змін у фізико-хімічних характеристиках, які не впливають на загальний екологічний баланс; масиви все ще підтримують високу екологічну якість, але показують певні ознаки втручання людської діяльності, хоча і не на критичному рівні.
3. *Задовільний стан* (III клас) – жовтий колір, показує помірні зміни, які не завжди критично впливають на водні екосистеми. Основні характеристики: біологічні показники помірно відхиляються від референційних умов, що свідчить про наявність антропогенного впливу; відбуваються помітні зміни у фізико-хімічних показниках, хоча ці зміни залишаються в межах прийнятних норм; характерні погіршення

екологічної якості, але рівень втручання не є настільки серйозним, щоб масив вод був визнаний сильно забрудненим.

4. *Поганий стан* (IV клас) – помаранчевий колір, характеризується значними негативними змінами через антропогенний вплив. Основні характеристики: біологічні показники показують серйозні зміни порівняно з референційними умовами; спостерігаються помітні відхилення у фізико-хімічних показниках, що перевищують прийнятні екологічні норми; масиви зазнали серйозного впливу через забруднення та інші види людської діяльності, що ставить під загрозу екосистеми і водні ресурси.
5. *Дуже поганий стан* (V клас) – червоний колір, свідчить про серйозне забруднення водних об'єктів. Основні характеристики: біологічні показники сильно змінені, що свідчить про майже повну втрату природного стану екосистем; відбулися сильні відхилення у фізико-хімічних показниках, які значно перевищують допустимі норми; водні масиви перебувають у критичному стані, що робить їх непридатними для використання в природних умовах й відновлення цих масивів потребує значних зусиль та ресурсів.

Важливою особливістю методики є те, що для оцінки екологічного стану масивів вод не використовуються традиційні гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювачів. Натомість застосовується концепція референційних умов – це такі природні умови, що відповідають стану водних об'єктів без значного антропогенного впливу. Вони дозволяють точніше оцінювати відхилення від природного стану. Також методика включає оцінку екологічного потенціалу для штучних або змінених масивів вод, що є важливим для управління якістю води у змінених водних системах. Отже, ця методика є сучасним інструментом моніторингу якості вод, який враховує не тільки кількісні показники забруднень, але й природні умови для оцінки екологічного стану та зміни водних масивів.

Контрольні запитання

1. *Охарактеризуйте, яку роль у формуванні складу природних вод відіграють кисень, водень, вуглекислий газ?*
2. *З яких основних джерел надходять у природні води наступні хімічні компоненти: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ ?*
3. *Наявність яких сполук у природних водах свідчить про погіршення їх санітарного стану?*
4. *Які групи показників якості поверхневих вод контролюються в системі Державних управлінь екології та природних ресурсів, гідрометеорологічної служби, Держводгоспу України?*
5. *Охарактеризуйте комплекс показників, за якими проводиться екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України?*
6. *За якими параметрами підземних вод здійснюють спостереження при проведенні державного моніторингу?*
7. *Які відомства та організації здійснюють спостереження за станом поверхневих і підземних вод?*
8. *Охарактеризуйте методику визначення класів екологічного стану масивів поверхневих та підземних вод.*

Використана та рекомендована для самостійного опрацювання література

1. Екологічна енциклопедія: У 3 т. / Редколегія: А. В. Толстоухов (головний редактор) та ін. Київ : Центр екологічної освіти та інформації, 2007. Т. 2 : Є – Н. 416 с.
2. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України: Методика. КНД 211.1.4.010-94. Київ, 1994. 37 с.
3. Екологія Львівщини // Бюлетень Держуправління екобезпеки у Львівській області. Львів : Еней, 1999. 92 с.
4. Екологія Львівщини, 2004 // Держуправління екоресурсів в Львівській області, 2005. 131 с.
5. Екологія Львівщини - 2005. Львів : Вид-во СПОЛОМ, 2006. 118 с.

6. Екологія Львівщини - 2006. Львів : СПОЛОМ, 2007. 160 с.
7. Екологія Львівщини - 2008. - Львів: СПОЛОМ, 2009. 179 с.
8. Звіт по комплексному використанню водних ресурсів за 1997 рік / Львівське обласне виробниче управління водного господарства. Львів, 1998. 44 с.
9. Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод / Затверджено наказом Мінприроди України від 14.01.2019 р. № 4. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19#Text>.
10. Методика 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 / Затверджено наказом Мінприроди України від 14.01.2019 р. № 5. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-19#Text>.
11. Методичне керівництво по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України. Київ : УНДІВЕП, 1992. 40 с.
12. Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія: підручник. Київ : Либідь, 1997. 384 с.
13. Правила охорони підземних вод. / Наказ Міндовкілля України від 10.05.2023 р. № 304. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/304nd1.doc>
14. Статистичний щорічник Львівської області за 1999 рік. Львів : Львівське обласне управління статистики, 2000. 368 с.
15. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
16. Хільчевський В. К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. Київ : Київський університет, 1999. 319 с.
17. Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Забокрицька М. Р. Управління річковими басейнами: навч. Посібник. Київ : ДІА, 2024. 236 с.

18. *Хільчевський В. К., Пелешенко В. І.* Методи визначення хімічного складу природних вод : навч. посібник. Київ : Київський університет, 1993. 97 с.
19. *Яцик А. В.* Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. Київ : Генеза, 2004. Т.3, кн. 5. 496 с.
20. *Яцик А. В., Шевчук В. Я.* Енциклопедія водного господарства, природокористування, природовідтворення, сталого розвитку. Київ : Генеза, 2006. 1000 с.

РОЗДІЛ 8

МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1. Прилади і системи контролювання забруднення водного середовища

Точність, достовірність, комплексність оцінювання забруднень водного середовища, водних екосистем забезпечується використанням нових, сучасних приладів моніторингу. Останнім часом в усьому світі впроваджуються автоматизовані системи моніторингу. Вони поки що виконують не всі необхідні функції, однак їх перевагою є безперервність вимірювань.

Автоматизовані системи дають змогу автоматично здійснювати відбір проб води, їх аналіз, отримання кількісних параметрів (властивостей водних об'єктів), оброблення та передавання інформації. Прискорення і практично безперервне одержання інформації про якість води за допомогою автоматизованих систем контролю зумовлює необхідність їх широкого використання для моніторингу якості вод.

Оперативне контролювання хімічного складу природних вод забезпечує автоматизована система контролю якості води – *автоматизовані спостереження якості навколишнього середовища – водний горизонт* (АСЯНС – ВГ) та автоматичні станції, що діють у системі моніторингу навколишнього середовища ЄС (ними обладнано частину гідропостів на річках Закарпаття).

Автоматизована система контролювання якості води – комплекс технічних засобів, що вимірюють у часі і просторі фізичні, хімічні і біологічні показники якості води, передають інформацію на центральний пункт управління і попереджують про порушення норм водокористування.

Єдину систему моніторингу формують три рівні – засоби оперативного автоматичного контролю забруднення вод; пересувні і стаціонарні гідрохімічні

лабораторії; центр опрацювання інформації, отриманої від автоматичних станцій, пересувних і стаціонарних лабораторій.

Засоби оперативного автоматичного контролювання забруднення вод. Їх поділяють на дві групи – *автоматичні станції контролю якості води (АСКЯВ)* або монітори та *аналізатори*. За їх допомогою визначають низку показників якості води – катіонів та аніонів, а також мінеральних речовин, специфічних (нафтопродукти, важкі метали, пестициди та ін.) та органічних забруднювачів.

1. *Автоматична станція контролю якості води (АСКЯВ)* – це комплексний багатофункціональний пристрій, який дає змогу без участі людини швидко отримувати, опрацьовувати, зберігати і передавати в центр моніторингу інформацію про фізичні властивості і хімічний склад поверхневих вод.
2. *Аналізатори*. До них відносяться прилади, які дають змогу отримувати дані про хімічний склад води в умовах лабораторій або безпосередньо на місці біля водного об'єкта автоматичним чи напівавтоматичним способом.

Пересувні гідрохімічні лабораторії (ПГХЛ). Вони забезпечують оперативне контролювання якості води, яке неможливо здійснити за допомогою АСКЯВ, одержують інформацію безпосередньо на водному об'єкті й одночасно доставляють проби для детального аналізу в стаціонарні лабораторії.

Стаціонарна гідрохімічна лабораторія (СГХЛ). У постійній (не пересувній) гідрохімічній лабораторії можна робити хімічний аналіз води, визначати багато компонентів її хімічного складу, отримувати ту інформацію про якість води, яку неспроможні надати АСКЯВ і ПГХЛ.

Центр оброблення гідрохімічної інформації. Завданням центру є:

- ✧ опрацювання, систематизація та інтерпретація інформації, одержаної від АСКЯВ, ПГХЛ, СГХЛ;
- ✧ забезпечення зв'язку з усіма ланками АСЯНС – ВГ і СГХЛ;

- ✧ налагодження зв'язку з усіма ланками АСЯНС – ВГ і споживачами інформації;
- ✧ технічне обслуговування засобів;
- ✧ збирання, перевірка на достовірність, опрацювання, збереження і надання користувачам різноманітних видів інформації, зокрема оперативних короткострокових прогнозів стану водного об'єкта.

Практично всі (як закордонні, так і вітчизняні) автоматичні системи контролювання якості поверхневих вод діють за однаковим принципом. Система складається з *датчикової* частини, яка розміщується в різних точках підконтрольного водного середовища, апаратури для *передавання* інформації і центральної станції для *прийому* та реєстрації аналогових і цифрових сигналів. Різниця між системами полягає в способі дії та особливостях будови окремих блоків, ступені автоматизації одержання й оброблення інформації та швидкості отримання остаточного результату.

В Україні у практиці моніторингових досліджень використовують автоматичну станцію контролю поверхневих вод (АСКПВ) та автоматичну станцію контролю забруднення вод (АСКЗВ – Г).

Автоматична станція контролю поверхневих вод (АСКПВ) складається з таких функціональних частин:

- насосно-гідравлічної системи (НГЧ);
- вимірювальної частини (ВЧ);
- електронно-перетворювальної частини (ЕПЧ);
- апаратури передавання даних (АПД);
- центральної станції (ЦС).

За її допомогою вимірюють: температуру, рівень води, концентрацію розчиненого кисню, рН, окисно-відновний потенціал, електропровідність, концентрацію завислих речовин, йони міді та сульфідів. АСКПВ дає змогу проводити аналіз води з періодичністю 30 хв., 1, 2, 3, 6, 12 год., а також згідно з вказівками диспетчерського пункту.

Автоматична станція контролю забруднення вод (АСКЗВ-Г)

комплектується з:

- вимірювально-пробовідбірної частини (ВПЧ);
- обладнання для збирання та оброблення інформації (ОЗОІ);
- апаратури передавання даних (АПД).

Вимірюють 7 загальних показників - температуру, рН, окисно-відновний потенціал, концентрацію розчиненого кисню, електропровідність, каламутність, рівень води; визначають вміст ряду забруднюючих речовин. Вимірювання проводять в інтервалі від 30 хв. до 12 год.

Обидві системи можуть контролювати від 2 до 50 створів.

Аналізатори контролю якості води. Робота сучасних аналізаторів ґрунтується на використанні фізико-хімічних методів аналізу – спектрофотометричних, потенціометричних, кондуктометричних, полярографічних, а також низки інших методів та їх різноманітних комбінацій. Кількість показників, які здатні обробити аналізатори, коливається в межах 30-40. У вітчизняній практиці найпоширенішими є аналізатори АМА-201 та АМА-201А.

Аналізатор АМА-201 вимірює до 11 фізико-хімічних показників як повністю автоматизована ланка системи контролю. Періодичність вимірювань коливається в межах 1; 1,5; 2; 3; 4 год. Аналізатор АМА-201А відрізняється від попереднього досконалішою структурою, поліпшеною елементною та конструктивною базами. Він здатен контролювати 19 параметрів, при одночасному вимірюванні – 16. Використовують також аналізатори контролю якості води для роботи в автоматичному режимі в лабораторних умовах. Так, аналізатори МБХА-1, АПВ-102, ІВА-1, КАП-105 дають змогу виконувати від 60 до 240 вимірювань за годину.

8.2. Методи дослідження якості водного середовища

Методи аналізу якості води є складовими контролю стану водних ресурсів, який здійснюється з метою оцінювання якості водних ресурсів,

охорони здоров'я населення і забезпечення нормального функціонування водних екосистем. Вибір методу аналізу залежить від багатьох чинників: від його чутливості, точності, селективності, простоти, доступності, а також від виду і призначення води (додаток Б, В). Існує велика кількість розроблених методик, які на сьогоднішній день ще не мають метрологічного забезпечення (не сертифіковані) і через це не можуть бути використані у сфері державного екологічного нагляду за об'єктами навколишнього середовища.

Із розвитком промисловості та сільського господарства в світі постійно зростає кількість забруднювачів довкілля і води зокрема. Ось чому введення в дію нових методів аналізу та розроблення на їх підґрунті атестованих методик виконання вимірювання – від найпростіших та найдоступніших до високоефективних з використанням найсучасніших засобів вимірювальної техніки – залишається актуальним завданням і сьогодні.

Історичні аспекти аналізу якості води. Оцінити якість води намагалися ще зі стародавніх часів. Зокрема, за свідченнями Гіппократа (трактат про «Повітря, воду та місцевості») та Вітрувія (трактат «10 книг з архітектури»), щоб відрізнити “чисту” воду від непридатної, необхідно використовувати такі зовнішні ознаки її якості, як прозорість, смак, запах тощо. Необхідно відзначити, що органолептичний спосіб оцінки якості води панував протягом багатьох століть і не втратив актуальності до наших часів.

Історія аналізу якості води нерозривно пов'язана з розвитком хімії, зокрема аналітичної, а також біології. Початок кількісного та якісного хімічного аналізу датується серединою XVIII ст., що пов'язано з відкриттями Лавуазьє і Ломоносова у галузі хімії. Органолептичні властивості води як головний та єдиний показник її якості відступають на другий план, натомість пріоритетними стають результати хімічного аналізу. Природно, що вибір методів досліджень визначається їхньою доступністю. Тому спочатку найбільшу увагу приділяли визначенню таких хімічних показників якості питної води, як загальна мінералізація, вміст хлоридів та сульфатів, твердість. І

лише наприкінці XIX ст. на перший план вийшли нітросполуки (аміак, нітрити й нітрати).

Найдавнішим є *ваговий метод*. Його започаткував М.В. Ломоносов, оскільки він першим відкрив і сформулював закон збереження маси речовин під час хімічних взаємодій. Виняткове значення для розвитку цього методу мали праці Д. І. Менделєєва. У 70 – 80-х роках XIX ст. були розроблені *методи електровагового аналізу*.

У XIX ст. поряд з ваговим методом почав розвиватися й *об'ємний*. Науково його розробив Гей-Люсак. Великий внесок у розвиток цього методу зробив Лібіх. У 2-ій половині XIX ст. хімік Бунзен і фізик Кірхгоф відкрили новий спосіб хімічного дослідження речовини – *спектральний аналіз*.

До кінця 40-х – початку 50-х років XX ст. в гідрохімії переважали неінструментальні (вагові, об'ємні, колориметричні, органолептичні) методи. В їх основу були покладені класичні методи мікроаналізу. Вони були призначені для визначення досить обмеженого спектру компонентів: рН, розчиненого кисню і вуглекислого газу, головних йонів, деяких форм азоту, фосфору, кремнію, заліза та інших металів, різних видів окиснюваності, біохімічного споживання кисню.

У період із 50-х до середини 60-х років в результаті розвитку нових галузей народного господарства і підвищення вимог до якості вод, а також під впливом досягнень суміжних наук почали розвиватися інструментальні методи: потенціометричні, кондуктометричні, фото- і спектрофотометричні, полярографічні, спектрографічні. Все активніше використовувались деякі види хроматографії: колонкової, паперової, тонкошарової, пізніше – газорідинної. Значно зросла чутливість і, частково, – точність методів, набагато збільшився перелік компонентів.

Високоєфективні методи появляються у 60-80-их роках XX ст. До них відносять газорідинну і високоєфективну рідинну хроматографію, мас-спектрометрію, ІЧ-спектрофотометрію та інші чутливі й інформативні методи. В цей час швидко розвиваються і вдосконалюються атомно-абсорбційні,

рентгенівські, ядерно-фізичні та інші методи, ширше використовується в аналізі лазерна техніка.

В наш час дуже важливим напрямком стає автоматизація методів аналізу та обробки результатів вимірювань. Створюються високоефективні аналітичні системи, що включають, крім аналітичних блоків, електронно-обчислювальну техніку, яка дозволяє швидко проводити визначення малих кількостей органічних і неорганічних речовин. Такі складні фізико-хімічні методи аналізу, як хромато-мас-спектрометричний, нейтронно-активаційний, радіохімічний, а також методи низькотемпературної люмінесценції, незважаючи на їх високу інформативність, не знайшли широкого застосування через їх складність і відсутність стандартної апаратури. Сучасна аналітична хімія природних вод володіє широким арсеналом методів, які дозволяють точно і швидко визначати макро- і мікрокомпоненти органічного і неорганічного походження.

Поштовхом до поглиблення бактеріологічного вивчення складу води став стрімкий розвиток мікробіології, зокрема, винайдення мікроскопа. 24 квітня 1676 р. А. ван Левенгук вперше мікроскопував краплю води та описав побачені там мікроорганізми, в тому числі й бактерії. Спочатку (внаслідок складності прямого виявлення патогенних мікроорганізмів у воді) питання про бактеріальне забруднення намагалися розв'язати опосередковано, за даними ступеня розвитку сапрофітної мікрофлори.

Однак практика нерідко йшла врозрід з існуючими схемами поділу вод за їх бактеріальним забрудненням. Лише відкриття Р. Коха (працював у 1881 р. у вогнищі великої епідемії холери в Гамбурзі (Німеччина), що мала водне походження), який вперше запропонував використовувати гігієнічний норматив (вода, в якій знаходиться не більш, ніж 100 сапрофітних мікроорганізмів в 1 мл, не містить патогенної мікрофлори) як показник кількісної оцінки якості води, дозволило науково обґрунтувати можливість застосування показників бактеріального забруднення для оцінки якості питної води.

Ухвалені в 1914 р. в США і в 1937 р. в СРСР стандарти якості води вже регламентували бактеріальний склад води .

В останні десятиліття, у зв'язку з підвищенням санітарно-біологічних вимог, було запропоновано багато ефективних методів для виявлення патогенних мікроорганізмів у воді.

Методи органолептичного аналізу води. Суть методів органолептичної оцінки якості води полягає в аналізі якості води за допомогою органів чуття. Ці методи є найдавнішими і не втратили актуальності до нашого часу.

Запах природних вод зумовлений наявністю в них розчиненого сірководню, процесами розкладання органічної речовини, а також забрудненням стічними водами. Запах води визначають при нагріванні її до 50-60 °С. З цією метою наповнюють досліджуваною водою пробірку ємністю 20 см³ (на ¾ її об'єму), нагрівають і закривають корковою пробкою, збовтують, відкривають пробку, визначають запах та описують його. Наприклад: запах відсутній, запах болотний, гнильний, пліснявий, сірководневий тощо. Інтенсивність запаху в балах оцінюють за наступною шкалою (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

Шкала інтенсивності запаху

| Інтенсивність | Зовнішній прояв запаху | Бал |
|-----------------|--|-----|
| Запах відсутній | Відчутний запах відсутній | 0 |
| Дуже слабкий | Запах відчувається тільки фахівцем | 1 |
| Слабкий | Запах відчувається, якщо на нього спеціально звернути увагу | 2 |
| Помітний | Запах легко відчувається, що значно погіршує якість води | 3 |
| Чіткий | Запах одразу привертає увагу і може змусити людину відмовитись від пиття | 4 |
| Дуже сильний | Запах води настільки сильний, що пити її неможливо | 5 |

Смакові якості визначають тільки для питної води і за відсутності підозри на забрудненість її токсичними речовинами. Смак природної води залежить від її мінерального складу та наявності органічних забруднень. З метою визначення смаку воду підігривають до 30-40 °С, набирають у рот близько 15-20 см³ води і тримають декілька секунд, не ковтаючи. Розрізняють

солоний, солодкий, гіркий та кислий смак. Інші види смакових відчуттів є присмаковими. Якісну характеристику смаку дають словесно. Інтенсивність цих показників визначають за 5-бальною шкалою так само, як і при визначенні запаху. Інтенсивність як запаху, так і смаку в питній воді не повинна перевищувати 2 бали.

Кольоровість води можна також визначати органолептичним методом. Колір води у водоймах може бути різним, що найчастіше зумовлено наявними в ній домішками. Так, Жовта ріка (Хуанхе) в Китаї має справді жовту каламутну воду внаслідок наявності глинистих зависей, у Чорному морі вода синя, в холодному Балтійському – сіро-зелена. Коричневий колір свідчить про наявність заліза, зеленуватий – про масове розмноження синьозелених водоростей (ціанобактерій), так звані небезпечні “червоні припливи” у морях спричинені спалахами чисельності популяції дінофітових водоростей.

Методи фізичного аналізу води. Каламутність води зумовлена присутністю у ній колоїдних і завислих часток мулів, гідроксидів заліза та інших металів, кремнекислоти, органічних колоїдів тощо. Для приблизного визначення каламутності наповнюють пробірку досліджуваною водою і, розглядаючи її зверху на фоні чорного паперу, визначають результати спостережень. Визначення полягає в порівнянні каламутності з еталоном, що виготовлений з каоліну. При цьому вирізняють такі ступені каламутності: 1) вода прозора; 2) дещо опалесцентна; 3) опалесцентна; 4) дещо каламутна; 5) сильно каламутна. Каламутність води визначають також за допомогою каламутноміра.

Прозорість (чи світлопропускання) природних вод зумовлена їх кольором та каламутністю, тобто вмістом у них різних кольорових і завислих органічних та мінеральних речовин. Залежно від ступеня прозорості, воду поділяють на прозору, дещо опалесцентну, опалесцентну, дещо каламутну, каламутну, сильно каламутну. Мірою прозорості слугує висота стовпа, за якої можна спостерігати білу пластину визначених розмірів, що опускається у водойму (диск Секкі), або розрізнити на білому папері шриффт визначеного

розміру і типу (зазвичай, шрифт середньої жирності висотою 3,5 мм). Визначення ведуть при денному розсіяному світлі, слідкуючи за тим, щоб шрифт був добре освітлений. Встановлюють висоту водяного стовпа у двох-трьох дослідах і беруть середнє значення. Результати визначають у сантиметрах із зазначенням способу вимірювання.

Температура води. Температура води залежить від місця знаходження водного об'єкту, що зумовлено кліматичними умовами і може сильно коливатися. Температуру води визначають за допомогою термометрів (спиртових, ртутних тощо).

Кольоровість. Визначення кольоровості виконують у прозорій воді. Якщо вода містить велику кількість завислих часток, її попередньо фільтрують. Далі прозору воду поміщають у циліндр з плоским дном і розглядають пробу зверху на фоні білого паперу. Висота стовпа повинна становити не менше 10 см. Колір води описують із зазначенням відтінку та інтенсивності забарвлення, наприклад: безколірна, зеленувата, жовтувата, жовта та ін.

Сухий залишок. Як відомо, у природних водах містяться розчинені органічні та мінеральні сполуки і завислі речовини. Завислі речовини відокремлюються від розчинених відстоюванням, фільтруванням або центрифугуванням. Кількість завислих речовин визначають шляхом фільтрування та висушування осаду, який залишився на фільтрувальному папері, до сталої ваги при температурі 105 °С.

При випаровуванні води розчинені в ній речовини або випадають в осад, або руйнуються і частково чи повністю випаровуються. Кількість (вагова) утвореного залишку пов'язана з мінералізацією води і залежить як від вмісту розчинених неорганічних та органічних речовин, так і від форми, в якій ці сполуки знаходяться у розчині. Визначення сухого залишку має велике практичне значення. За його величиною можна встановити загальну мінералізацію води, оцінити вміст розчинених органічних речовин, отриманих в ході загального хімічного аналізу води.

Концентрацію розчинених у воді речовин можна визначати за допомогою приладу, який випускають зарубіжні фірми. Дослівний переклад назви - “прилад для вимірювання провідності”. Принцип його дії ґрунтується на залежності електропровідності води від вмісту в ній розчинених речовин - електролітів. Під час визначення вмісту розчинених речовин датчик приладу занурюють у воду і на екрані дисплея з’являються значення концентрації речовин у міліграмах на дм³.

Методи хімічного аналізу води. Вирішення аналітичних питань раціонального використання водних ресурсів реалізується на широкій і надійній експериментальній основі – методах хімічного аналізу води. Методи хімічного аналізу поділяються на кількісні та якісні, інструментальні і неінструментальні.

Кількісному визначенню часто передують *якісний аналіз* на наявність того чи іншого хімічного елемента, йона, сполуки. Реакції, які використовуються в якісному аналізі, мають супроводжуватися візуальним ефектом: появою чи зникненням осаду; появою, зникненням, зміною кольору розчину; виділенням газів тощо.

На практиці частіше користуються *кількісними методами аналізу*. Методи кількісного хімічного аналізу поділяють на

- *хімічні;*
- *фізико-хімічні;*
- *фізичні.*

Загалом методи якісного аналізу можна зачислити до хімічних. Кожна група цих методів ґрунтується на взаємозалежності певної хімічної чи то фізичної властивості речовини з її кількісним вмістом у досліджуваному об’єкті. Головні вимоги, які ставляться до методів аналізу – це селективність, чутливість, достовірність, доступність, швидкість тощо. Параметри цих методів відображено у табл. 8.2.

Хімічні методи. До цих методів належать методи, які передбачають хімічні реакції і наступне кількісне визначення продуктів реакції. Найбільш

поширені в гідрохімії вагові методи і методи об'ємного аналізу.

Ваговий (гравіметричний) метод. Ваговий аналіз ґрунтується на вимірюванні ваги продуктів реакції чи втраті ваги вихідних речовин. Частіше за все у ваговому аналізі компонент, який визначається, переводиться в нерозчинну форму, відокремлюється в осад і шляхом висушування чи прокалювання переводиться в так звану вагову форму. Чутливість цих методів 10^{-4} % (масова частка), похибка визначення 0,5–1 % .

Таблиця 8.2

Характеристики методик, що використовуються для аналізу екологічного стану довкілля

| Показники | Методики аналізу | | |
|--|------------------|----------------|--------------|
| | Хімічні | Фізико-хімічні | Фізичні |
| Мінімальна визначувана концентрація, мг/дм ³ (без концентрування) | 1,0 – 0,1 | 0,05 – 0,005 | 0,01 – 0,001 |
| Точність аналізу (відносна), % | 0,01 – 0,5 | 1 – 10 | 2 – 20 |
| Селективність | добра | Висока | дуже висока |
| Тривалість аналізу (без підготовки проби), хвилини | 30 – 200 | 15 – 60 | 10 – 30 |
| Вартість вимірювальної апаратури у відносних одиницях | 1 | 20 – 100 | 100 – 500 |
| Можливість швидкого виконання масових аналізів (експрес-аналіз) | низька | Середня | висока |
| Необхідність обслуговуючого персоналу | не потрібна | Бажана | обов'язкова |
| Автоматизація процесів вимірювання | низька | Середня | висока |

Примітка: наведені дані є орієнтовними, оскільки окремі методики аналізу можуть бути більш або менш чутливими.

У ваговому аналізі використовуються реакції, які повинні задовольняти такі умови:

- 1) утворені в результаті реакції осади повинні бути практично нерозчинними;

2) утворені осади, а також їх вагові форми повинні мати постійний склад.

До вагових методів у гідрохімії відносяться також методи, які не є власне хімічними, але базуються на попередньому виділенні досліджуваного компонента екстракцією чи хроматографією з наступним визначенням зважуванням. До них відносять визначення маси нафтопродуктів, жирів та інших компонентів, які використовуються переважно в аналізі сильно забруднених вод.

Об'ємний (титрометричний) метод. Методи об'ємного аналізу передбачають взаємодію досліджуваного компонента з реактивом, який додається у вигляді розчину визначеної концентрації (титрувальний розчин) до того моменту, коли кількість доданого реактиву не стане еквівалентною кількості досліджуваного компонента в розчині. Цей процес називається титруванням, а момент закінчення титрування – точкою еквівалентності. Кінець титрування встановлюють за зміною забарвлення індикатора (речовини, яка змінює свій колір при концентраціях реагуючих речовин, близьких до точки еквівалентності).

Цим методом визначають загальну і карбонатну твердість води, *хімічне споживання кисню (ХСК)*, *біохімічне споживання кисню (БСК₅)*, кислотність, лужність, вміст розчиненого кисню, концентрацію катіонів феруму (II), меркурію, аніонів Cl⁻, SO₄²⁻, S²⁻ тощо.

Чутливість методів об'ємного аналізу становить 10⁻³–10⁻⁴ % (масова частка), похибка визначення 0,5–1,5 %. Основними перевагами цього аналізу є простота, швидкість визначення, а також широкі можливості використання різноманітних хімічних властивостей речовин.

Фізико-хімічні методи. Фізико-хімічні методи, як і хімічні, ґрунтуються на хімічних реакціях, однак при їх застосуванні визначають фізичну характеристику (оптичну густину, електропровідність, окисно-відновний потенціал тощо), яка залежить від вмісту аналізованої речовини.

Спектрофотометричний і фотометричний методи. Ці методи

базуються на законі Бугера-Ламберта-Бера, який встановлює залежність між поглинаючою здатністю досліджуваної речовини, концентрацією і товщиною шару:

$$D = \lg (I_0/I) = \varepsilon Ch,$$

де I – інтенсивність світла, що пройшло через розчин;

I_0 – інтенсивність світла до його проходження через розчин;

ε – молярний коефіцієнт поглинання;

C – концентрація поглинаючої речовини, моль/дм³;

h – товщина шару розчину, см.

Спектрофотометричний метод включає визначення спектра поглинання чи вимірювання світлопоглинання (як в ультрафіолетовій, так і у видимій чи інфрачервоній областях спектру) при визначеній довжині хвилі, яка відповідає максимуму кривої поглинання досліджуваної речовини.

Фотометричний метод базується на визначенні спектру поглинання або вимірюванні світлопоглинання у видимій частині спектру. На відміну від спектрофотометричного, у фотометричному методі застосовують світлове випромінювання, пропущене через широкосмугові світлофільтри.

Фотометричний метод є одним з найпоширеніших і найпростіших методів в гідрохімії. Виконання аналізу цим методом передбачає дві головні операції: переведення досліджуваного компонента у сполуку, яка поглинає світло і вимірювання концентрації шляхом визначення світлопоглинання розчину.

Залежно від технічних умов, концентрацію розчину можна вимірювати:

- візуально – шляхом порівняння кольору та інтенсивності забарвлення досліджуваного розчину з кольором та інтенсивністю забарвлення стандартного розчину (колориметричний спосіб);
- за допомогою приладу, обладнаного фотоелементами (фотоелектроколориметри), які перетворюють світлову енергію в електричну, а також світлофільтрами, які відділяють певну вузьку

частину спектру. Цей спосіб має суттєві переваги над колориметричним, оскільки він позбавлений впливу суб'єктивного чинника;

- спектрофотометрично – за допомогою приладу (спектрофотометра), коли вимірювання проводять при оптимальній довжині хвилі. В цьому випадку значно зростає чутливість вимірювання (до 10^{-5} – 10^{-8} % (масова частка), похибка 15–20 %).

Концентрацію досліджуваного компонента при виконанні фотометричного і спектрофотометричного аналізів знаходять за калібрувальним графіком. Для цього шляхом послідовного розведення готують серію з 5-6 стандартних розчинів досліджуваного компонента і вимірюють їх оптичні характеристики. Будують калібрувальний графік, відкладаючи по осі абсцис концентрації стандартних розчинів досліджуваних компонентів, по осі ординат – оптичну густину розчинів.

Фотометричні і спектрофотометричні методи розроблені для визначення практично всіх хімічних елементів, вони використовуються для визначення багатьох компонентів, головним чином сполук біогенних елементів, важких металів, а також забруднювальних речовин: фенолів, піноактивних миючих речовин, формальдегідів; застосовується при визначенні вмісту ксантогенатів, ціанідів, метилового спирту, фторидів тощо.

Нефелометричним аналізом називають метод, який базується на переведенні досліджуваного компоненту у малорозчинну сполуку і вимірюванні інтенсивності світла, розсіяного завислими частинками цієї сполуки. Розсіяння світла спостерігають звичайно в напрямі, перпендикулярному напрямку падаючого пучка світла. Цим методом визначають каламутність природних вод, а також вміст сульфатів.

Турбідиметричним аналізом називають метод, що базується на переведенні певного компоненту в малорозчинну сполуку і вимірюванні послаблення інтенсивності світлового потоку, що пройшов через завислі частинки цієї речовини. Цим методом також визначають каламутність

природних вод і вміст сульфатів .

Хроматографічні методи. Хроматографічні методи розділення рідких і газоподібних сумішей базуються на відмінності розподілу компонентів суміші між двома фазами – рухомою і нерухомою. Хроматографічна система складається із сорбенту (який містить нерухома фазу або є нею), через який пропускається рухома фаза. На вершині хроматографічної системи знаходиться досліджувана проба. В міру пропускання рухомої фази ті компоненти суміші, що більш розчинні в ній, захоплюються і рухаються швидше, інші розподіляються у нерухомій фазі і відстають від перших. Так відбувається розподіл компонентів на окремі хроматографічні зони.

Залежно від агрегатного стану (газ чи рідина), природи сорбенту (тверда речовина чи рідина) та характеру взаємодії між сорбентом та між компонентами, що розділяються, хроматографія поділяється на такі види:

- газова (газосорбційна, газорідинна);
- рідинна (рідинна адсорбційна, рідинна розподільна, йонообмінна, гельхроматографія).
- хроматографія надкритичними рідинами/газами.

Електрохімічні методи. Це група методів, що базується на вимірюванні електрохімічних властивостей компонентів: окисно-відновного потенціалу, електропровідності, сили полярографічного струму тощо. Чутливість методу 10^{-15} – 10^{-7} % (масові частки), похибка – 0,5–5 %. Простота виконання аналізу і висока чутливість роблять ці методи дуже перспективними при аналізі води.

Потенціометричний метод. Потенціометричний метод аналізу базується на вимірюванні потенціалу електрода, зануреного в досліджуваний розчин, що змінюється в результаті хімічних реакцій і залежить від температури і концентрації розчину.

Методи абсолютної потенціометрії використовують для визначення рН природних і стічних вод; йоноселективні електроди дають змогу визначати у воді вміст йонів натрію, кальцію, магнію, амонію, фторидів, хлоридів, нітратів тощо.

Метод титрування, при якому точку еквіваленту встановлюють за різким стрибком потенціалу електроду, зануреного в досліджуваний розчин, називають *потенціометричним титруванням*. Метод потенціометричного титрування використовується при визначенні багатьох йонів, таких як гідрокарбонати, сульфати, а також органічних кислот тощо. Аналіз можна проводити в забарвленій і каламутній воді.

Кондуктометричний метод. Він базується на вимірюванні електропровідності досліджуваного розчину, яка зростає із збільшенням концентрації електролітів. Враховуючи, що природні води є багатокомпонентною системою, даний метод використовують для визначення загальної мінералізації розчину.

Існує декілька методів кондуктометричного аналізу.

- *пряма кондуктометрія* – метод, який дозволяє безпосередньо визначати концентрацію електроліту шляхом вимірювання електропровідності електроліту з відомим якісним складом;
- *кондуктометричне титрування* – метод аналізу, який базується на визначенні вмісту речовини за переломом кривої титрування. Криву будують за вимірюванням питомої електропровідності досліджуваного розчину, яка змінюється в результаті хімічних реакцій у процесі титрування;
- *хронокондуктометричне титрування* базується на визначенні вмісту речовини за витраченим на його титрування часом, який автоматично фіксується на діаграмній стрічці реєстратора кривої титрування.

Кондуктометрію використовують для визначення концентрації розчинених солей у питних водах і водах для теплообмінного обладнання (*пряма кондуктометрія*). *Кондуктометричним титруванням* визначають суміші кислот у водному середовищі, чисельні катіони й аніони; титруванням розчином BaCl_2 визначають сульфати, хромати тощо.

Кулонометрія. Суть кулонометричного аналізу полягає в титруванні розчину електричним струмом (електронами). Тому він об'єднує методи

вимірювання кількості електроенергії, затраченої під час електродної реакції. Остання призводить до відновлення чи до окиснення протитрованої речовини або до отримання проміжного компонента, який в стехіометричному відношенні реагує з певними сполуками. Визначення точки еквівалентності при цьому здійснюється будь-яким методом: амперометричним, потенціометричним, індикаторним. Кулонометрія характеризується високою чутливістю, точністю і відтворюваністю результатів.

Полярографічний метод. Цей метод базується на вимірюванні сили струму, який змінюється залежно від напруги у процесі електролізу в умовах, коли катод має дуже малу поверхню, а анод – велику. Класично катодом є каплі ртуті, які витікають з тонкого отвору капілярної трубки.

Амперометрія – застосування спеціального виду полярографії (при постійному потенціалі, який відповідає плато дифузного струму) до об'ємного аналізу для визначення кінцевої точки титрування. Позитивною якістю цього методу є висока чутливість (до 10^{-6} моль) і можливість його застосування в каламутних та забарвлених розчинах.

Хронопотенціометрія. В цьому методі через розчин пропускають постійний струм і вивчають потенціал електрода, набутий під дією струму, як функцію часу. Потенціал залишається постійним, пропорційним концентрації електроактивної речовини.

Вольтамперометрія. Під вольтамперометрією розуміють групу полярографічних методів, при яких для вимірювання сили струму, що протікає при електролізі розчину, процес електролізу здійснюють при змінній напрузі.

Вольтамперометрію поділяють на два типи: *полярографічний аналіз*, що базується на процесі електролізу і вивченні залежності сили струму від прикладеної напруги (цим методом у природних водах визначають вміст цинку, кадмію, купруму, плюмбуму; токсичні елементи), та *амперометричне титрування* (дає змогу визначати аніони, для яких немає точних і швидких титриметричних методів: $C_2O_4^{2-}$, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_3^{3-} , MoO_4^{2-} , а також багато органічних сполук).

Методами *абсорбційної інверсійної вольтамперометрії* визначають понад 40 катіонів металів, чисельні аніони, органічні сполуки.

Фізичні методи. Спектральний аналіз – це фізичний метод визначення складу та будови речовини за її спектром – упорядкованим за довжиною хвилі електромагнітним випромінюванням. Цей метод дає змогу визначати елементи, що входять до складу даної суміші.

Для групового визначення важких металів у воді найчастіше використовується емісійний спектральний аналіз.

Оптимальним доповненням до емісійного спектрографічного методу є атомно-абсорбційний метод. За точністю і чутливістю він перевершує інші методи [чутливість 10^{-3} – 10^{-7} % (масова частка)], будучи водночас простим у виконанні і селективним відносно досліджуваних металів.

Люмінесцентний метод. Він базується на здатності деяких речовин при певних умовах поглинати енергію і при переході із збудженого стану в нормальний віддавати її частину у вигляді променевої енергії. Для збудження люмінесценції звичайно використовують ультрафіолетову або фіолетову частину спектра.

В аналізі природних вод люмінесцентний метод використовують для визначення вмісту нафтопродуктів і смолистих компонентів нафти. Досить перспективним є його застосування для визначення фенолів, гумусових речовин, органічних кислот та інших забруднюючих речовин.

Фотохімічні методи. Використання фотохімічних реакцій в аналізі природних вод базується на здатності ультрафіолетового випромінювання повністю розкласти органічні сполуки, які містяться у воді. Встановлено, що під дією ультрафіолетового випромінювання в мінеральні форми переходять всі елементи, які можуть міститися в складі органічних сполук. Це дає можливість проводити аналіз елементарного складу органічних речовин, не розділяючи їх на індивідуальні сполуки. Відповідно розроблені фотохімічні методи визначення органічного карбону, органічного фосфору й органічного нітрогену у природних водах.

Метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР) відображає взаємодію магнітного моменту молекули речовини із зовнішнім магнітним полем. Ці можливості широко використовуються для знаходження окремих видів сполук у природних водах. Метод дає змогу працювати в широкому діапазоні концентрацій, визначати, зокрема, вміст органічних солей.

Рентгеноспектральний аналіз базується на послабленні радіоактивності рентгенівського випромінювання під час проходження крізь пробу. В рентгенофлуоресцентному аналізі на пробу діє первинне рентгенівське випромінювання, під впливом якого виникає вторинне рентгенівське випромінювання проби, характер якого залежить від якісного чи кількісного складу аналізованої речовини.

Радіометричні методи аналізу ґрунтуються на виявленні й вимірюванні як природної, так і штучної радіоактивності.

Для кількісного визначення радіоактивності використовують поняття *абсолютної радіоактивності* радіоактивних речовин, яку вимірюють у кюрі, та *питомої активності* – радіоактивності одиниці маси даної речовини, тобто міри вмісту радіонуклідів у досліджуваному зразку. Її виражають числом розпаду за хвилину (чи секунду) і вимірюють у бекерелях.

Використовуючи *природну радіоактивність*, кількісно визначають понад 20 хімічних елементів, зокрема уран, торій, радій, актиній. Калій можна визначати у воді в концентрації 0,05 моль/дм³.

Методи біологічного аналізу якості води. Пряме кількісне визначення збудників всіх інфекцій для контролю за якістю води неможливе у зв'язку з великою кількістю їх видів і складністю аналізу. Саме тому у практичній санітарній мікробіології використовують непрямі методи, які дозволяють визначити потенційну можливість зараження видів патогенними мікроорганізмами. Санітарно-бактеріологічна оцінка якості води базується на визначенні двох основних показників: загального мікробного числа і числа бактерій групи *Coli*.

Загальне мікробне число. Перший показник характеризує наявність у воді сапрофітів, тому його часто називають загальним числом сапрофітів або коротко загальним числом. Вважається, що чим вище мікробне число, тим більша ймовірність присутності у воді патогенних мікроорганізмів. Мікробне число водопровідної води не повинно перевищувати 100. У природних водах цей показник змінюється в досить широких межах для різних водойм і за сезонами. Він може становити від десятків і сотень в чистих водах до сотень тисяч і мільйонів у забруднених водних об'єктах і стічних водах.

Колі-індекс. За другим показником – числом бактерій групи *Coli* (кишкова паличка) – оцінюють можливу присутність у воді патогенних мікроорганізмів. Наявність колі-форм у воді свідчить про її фекальне забруднення, а їх число показує ступінь забруднення.

В особливих випадках за санітарно-епідеміологічними показниками у воді визначають ентеровіруси, сальмонели, шигели, холерні вібріони, проводять дослідження води щодо вмісту мікрофлори тощо.

Фіто- і зоопланктон. Поверхневі водні об'єкти, крім санітарно-бактеріологічних тестів, характеризуються також даними гідробіологічних спостережень. За допомогою мікроскопування проби води визначається кількість клітин фіто- і зоопланктону. Ці показники суттєво змінюються за сезонами.

У весняно-літній період інтенсивного розвитку водоростей (“цвітіння” води) вміст фітопланктону у поверхневих водах може досягати 50 тис. клітин в 1 мл.

Влітку зоопланктон характеризується великою різноманітністю і представлений нижчими ракоподібними, коловертками, личинками молюска дрейсени. У воді можуть бути й бентосні організми: черви, личинки комах. У зимовий період зустрічаються, здебільшого, нижчі ракоподібні. Число організмів зоопланктону звичайно виражають числом екземплярів в 1 м³ води. У воді водних об'єктів також можуть зустрічатися організми, яких видно неозброєним оком. Їх кількість також оцінюють числом екземплярів в 1 м³

води. Зазвичай, їх в декілька разів менше, ніж організмів зоопланктону. У питній воді не повинно бути планктонних організмів та організмів, яких видно неозброєним оком.

Для повної санітарно-епідеміологічної оцінки стічної води, крім мікробного числа і колі-тесту, визначають також вміст яєць гельмінтів.

Вміст яєць гельмінтів у стічній воді характеризує загальне і видове ураження населення гельмінтозами та дозволяє оцінити рівень санітарного стану населеного пункту. В стічній воді найчастіше зустрічаються яйця аскарид (92 % від загального числа гельмінтів), набагато рідше - яйця волосоголовця, гострика тощо.

Біоіндикаційні методи аналізу якості води. Біологічні методи оцінки якості води базуються на оцінках реакції планктону, бентосу, макрофітів та риб на надходження у водне середовище хімічних речовин мінерального й органічного походження. Ступінь забруднення водних об'єктів оцінюється за наявністю чи відсутністю організмів-індикаторів, виходячи з порівняння видового різноманіття, чисельності й біомаси населення забруднених і чистих зон. При такому порівнянні користуються абсолютними величинами та індексами видового різноманіття.

Метод оцінки якості води (як середовища існування гідробіонтів) за видовим складом та показниками кількісного розвитку видів-індикаторів і структури утворюваних ними угруповань називається *біоіндикацією*.

➤ *Біоіндикатори якості води* – це організми, наявність, кількість або особливість розвитку яких є показниками природних процесів або антропогенних впливів, які змінюють склад і властивості води як середовища їх існування. Застосовують три методи біоіндикації: організмовий, популяційний та біоценотичний.

➤ *Організмовий метод* базується на морфологічних критеріях та фізіолого-біохімічних реакціях гідробіонтів на забруднення. Серед природних реакцій організмів, які характеризують ступінь забруднення водою, можуть бути зміни у поведінці гідробіонтів. Наприклад, із зростанням концентрації

метану або сірководню у придонних шарах води бентосні організми спливають на поверхню, де більша насиченість води киснем і менш токсична дія газів.

➤ Біоіндикація на рівні популяцій враховує зміни, які відбуваються у структурі і в функціях груп гідробіонтів одного виду. Під впливом якості води може змінюватися вікова і статева структура популяцій, відбуватися перехід метагенетичних видів від партеногенезу до двостатевого розмноження, різко знижуватися чисельність та біомаса популяцій.

➤ Біоценотична індикація зводиться до порівняння видового багатства, його різноманіття, чисельності і біомаси дослідних та контрольних ділянок (зон) водойм. З цією метою для кожної зони сапробності запропоновано перелік найбільш характерних організмів-індикаторів. Так, в полісапробній зоні нараховується близько 30 видів, серед яких бактерії, гриби, найпростіші, деякі коловертки олігохет, личинки двокрилих комах. Для мезо- та оліготрофних зон перелік видів значно більший. Переліки індикаторів сапробності нараховують зараз близько 2500 видів рослин і тварин. Головним недоліком цієї системи є необхідність аналізу дуже великого масиву гідробіологічних проб. На це витрачається багато часу, а для їх опрацювання необхідна висока професійна підготовка фахівців-гідробіологів.

➤ Біохімічні методи. Основу біохімічних методів дослідження становлять біохімічні реакції організмів на дію певного чинника при внесенні цих організмів у досліджувану воду. Зміни можуть відбуватися на різному рівні: активності ферментів, проникності мембран та зміні інших органел клітини, окремих органів, систем, організму в цілому.

Вивчення ферментних реакцій має величезне значення при дослідженні функцій і визначенні концентрацій мікроелементів та інших біологічно активних сполук. Їх активність може бути тестом при вивченні забруднення довкілля окремими речовинами, зокрема важкими металами, що діють як ферментні отрути.

➤ Біотестування – це використання організмів або їх сукупностей, в яких вміст певних елементів або сполук, а також морфологічна, гістологічна

або клітинна структура, метаболічні та біохімічні процеси, поведінка та популяційна організація дозволяє надати кількісну оцінку якості навколишнього середовища або змін цього середовища. Тест-об'єкт – це організм або сукупність організмів, за рівнем впливу на які роблять висновок щодо якості (наприклад, токсичності) середовища. Тест-функція є фізіологічним або поведінковим відгуком організму на зміну якості. Для екотоксикологічної діагностики питного водопостачання дедалі частіше застосовують біотестування. В Інституті колоїдної хімії та хімії води НАН України розроблено комплексний підхід до оцінювання безпечності питних вод. Різні типи їх токсичності науковці вивчають як на організменному, так і клітинному рівнях, причому на кожному з них використовують методи, що дають змогу отримати комплексну оцінку токсичної дії водного середовища на навколишнє середовище. Біотестування, поєднане з хімічними і біологічними методами, дає найбільш об'єктивну характеристику якості питних вод.

Контрольні запитання

- 1. Дайте визначення поняття автоматизована система контролю якості води.*
- 2. Охарактеризуйте рівні, які формують єдину автоматизовану систему моніторингу якості вод.*
- 3. З яких функціональних частин складається автоматизована станція контролю забруднення поверхневих вод? Що вимірюють з її допомогою?*
- 4. Який спосіб оцінки якості води має найдавнішу історію?*
- 5. Які властивості природних вод можна оцінити методами органолептичного аналізу?*
- 6. За допомогою яких методів аналізу визначають наступні характеристики води: каламутність, прозорість, температуру, кольоровість, сухий залишок?*
- 7. Дайте порівняльну характеристику методик аналізу якості водного середовища (фізичних, фізико-хімічних, хімічних методів).*

8. Які методи кількісного хімічного аналізу є найбільш поширеними в гідрохімії?
9. Які основні методи використовуються при фізико-хімічному аналізі якості води?
10. Охарактеризуйте фізичні методи аналізу якості води.
11. На яких основних показниках базується санітарно-бактеріологічна оцінка якості води?
12. Які методи біоіндикації застосовують у сфері моніторингу вод?
13. Назвіть приклади організмів – індикаторів чистої води.
14. Яка основа біохімічних методів дослідження водного середовища?

**Використана та рекомендована для самостійного опрацювання
література**

1. Білявський Г. О., Бутченко Л. І., Навроцький В. М. Основи екології: теорія та практикум : навч. посібник. Київ : Лібра, 2002. 352 с.
2. Боярин М. В. Основи гідроекології: теорія й практика [Текст] : навч. посіб. / М. В. Боярин, І. М. Нетробчук. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 365 с.
3. Величко О. М., Зеркалов Д. В. Контроль забруднення довкілля : навчальний посібник. Київ : Основа, 2002. 256 с.
4. Водний кодекс України: Офіційне видання. Київ : Видавничий Дім «Ін Юре», 2004. 136 с.
5. Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” ([ДСанПіН 2.2.4-171-10](#)).
6. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України : Методика. КНД 211.1.4.010-94. Київ : Основа, 1994. 37 с.
7. Збірник методичних вказівок з дисципліни “Методи оцінки якості природних вод” для студентів напряму навчання 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / Юрасов С.М. – Одеса: ОДЕКУ, 2018. - 82 с.
8. КНД 211.1.2.008–94. Гідросфера. Правила контролю складу і властивостей стічних та технологічних вод.

9. *Клименко М. О., Прищепна А. М., Вознюк Н. М.* Моніторинг довкілля : підручник. Київ : Академія, 2006. 360 с.
10. *Кукурудза С. І., Турій С. М.* Аналіз якості природних вод : лабораторний практикум. Львів : Редакційно-видавничий відділ Львівського університету, 1990. 36 с.
11. *Курганевич Л. П., Хавень В. В.* Використання математичних моделей під час аналізу показників якості води. Географія та туризм: Матеріали IV Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Харківського національного педагогічного університету ім. Г. С. Сковороди / за заг. ред. Лоцмана П. І. Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2021. С.66-69.
12. *Мальков В.І., Карпова Г.О., Зуб Л.М.* Визначення якості води методами біоіндикації. Науково-методичний посібник. К.: Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, 2011. 112 с.
13. *МВ 10.10.2.1.–071–00.* Санітарно-паразитологічне дослідження води питної. Методичні вказівки: Видання офіційне. Київ, 2000.
14. Паспорт СПЛ ВАТ “УНДППП ім. Т. Г. Шевченка” (Матеріали акредитації від 16.08.2003 р. № РЛ 438/03).
15. *Пелешенко В. І., Хільчевський В. К.* Загальна гідрохімія: підручник. Київ : Либідь, 1997. 384 с.
16. *Петровська М. А.* Охорона вод (санітарні норми і правила) : навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 205 с.
17. *Романенко В. Д.* Основи гідроекології : підручник. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
18. *Романова Н. В.* Загальна та неорганічна хімія : підручник. Київ : Перун, 2004. 480 с.
19. *Хільчевський В. К., Пелешенко В. І.* Методи визначення хімічного складу природних вод : навчальний посібник. Київ : Київський університет, 1993. 98 с.
20. *Юрасов С.М.* Методи оцінки якості природних вод: Конспект лекцій. Одеса: Екологія, 2011. 92 с.

РОЗДІЛ 9

ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ

9.1. Сутність, мета і завдання екологічного контролю

Правові засади моніторингу не передбачають виконання ним функцій екологічного контролю. Ми вважаємо, що знання засад екологічного контролю та екометрії сприятиме підвищенню ефективності екологічного моніторингу, тому подаємо коротку характеристику екологічного контролю та його можливостей.

Екологічний контроль – це спостереження за дотриманням підприємствами, установами, організаціями та громадянами вимог з охорони навколишнього природного середовища та забезпечення екологічної безпеки суспільства.

Мета екологічного контролю – забезпечення дотримання діючих природоохоронних і ресурсозберігаючих правил, норм і вимог екологічного законодавства на всіх етапах різноманітної діяльності людини, пов'язаної з активним чи опосередкованим впливом на стан навколишнього середовища.

Головними завданнями екологічного контролю є:

- 1) формування інформаційної бази даних про стан і зміни навколишнього середовища;
- 2) збір необхідної і достатньої за критеріями повноти, точності і достовірності інформації про впливи на стан природного середовища;
- 3) фіксування випадків шкідливих впливів на навколишнє середовище і його компоненти;
- 4) спонукання порушників природоохоронного законодавства до дотримання екологічних норм, відповідальності за їх порушення;
- 5) профілактика понаднормативного екологічно-шкідливого впливу.

Хоч екологічний контроль не входить до структури екологічного моніторингу, однак ті завдання, які він вирішує, сприяють розв'язанню як

прикладних, так і науково-організаційних проблем моніторингу. Тому вважаємо за доцільне подати цю інформацію в цьому посібнику.

Існує декілька видів екологічного контролю: державний, громадський, виробничий.

Державний екологічний контроль – частина державної правової діяльності з реалізації вимог екологічного права, що полягає в перевірці дотримання екологічних вимог і виконання природоохоронних заходів підприємствами, установами, організаціями та громадянами під час господарської або іншої діяльності, пов'язаної із впливом на навколишнє середовище. Його реалізацію покладено на Державну екологічну інспекцію та її обласні державні відділення. Розрізняють три основні напрямки державного екологічного контролю:

- 1) систематичний нагляд за станом навколишнього середовища з метою виявлення його небажаних чи небезпечних змін – *екологічний моніторинг*;
- 2) перевірка дотримання екологічних вимог у запропонованих планах соціально-економічного розвитку та проектах господарсько-технічних рішень – *превентивний контроль*;
- 3) перевірка дотримання екологічних вимог і виконання природоохоронних заходів діючими підприємствами, установами, організаціями та громадянами під час природокористування або іншої діяльності, пов'язаної із впливом на навколишнє середовище – *інспекційний контроль*.

Стосовно відомчої складової, то в ній контроль за станом природного середовища покладається на *службу* виробничого контролю, яка існує на кожному підприємстві. Завдання таких служб зводиться до оцінки якісних характеристик екологічних змін і порушень природного середовища, оперативне встановлення винуватців, в окремих випадках – запрошення інспекторів-екологів для інструментальної кількісної оцінки збитків, завданих природі та призначення відповідних санкцій.

Всі види екологічного контролю розглядаються з двох позицій:

- перша ситуація виникає тоді, коли об'єктом контролю є шкідливі техногенні або природні впливи на довкілля;
- друга ситуація виникає в тому випадку, коли об'єктом екологічного контролю є геосистеми та їх компоненти. При цьому визначається (контролюється) якість довкілля та його компонентів.

У систему екологічного контролю ці два види повинна об'єднувати спільна наукова і критеріальна основа. Єдиної теоретичної, матеріально-технічної бази поки що немає. Існують відомчі і загальнодержавна системи екологічного контролю.

Головними критеріями при встановленні екологічних норм і допусків повинні бути корисність або шкідливість певних видів впливу на довкілля і певні концентрації речовин, які є шкідливими для людини та біоти.

Кінцевим завданням екологічного контролю виступає встановлення якісного складу і кількісних характеристик впливів, речовин та їхніх концентрацій, порівняння отриманих значень з науково-обґрунтованими показниками та оцінка отриманих результатів з позицій корисності або шкідливості для біоти.

Параметри і показники екологічного контролю відповідають нормам охорони природи і встановлюються системою державних стандартів. На сьогодні існує більше 100 різних стандартів, які регламентують норми охорони поверхневих і підземних вод, ґрунтів, геологічного середовища, атмосферного повітря, лісових, трав'янистих та інших угідь, водної і наземної флори і фауни.

Проблема *точності* набуває важливого значення у зв'язку з функціонуванням системи екологічного моніторингу. Вона стосується результатів вимірювань, обробки даних, практичної ефективності реалізованих природоохоронних рішень.

Виділяють три аспекти точності вимірювань параметрів стану навколишнього середовища:

- 1) перший аспект – точність вимірювань залежить від досконалості технічної бази, за допомогою якої проводиться екологічний контроль довкілля;
- 2) другий аспект точності – наявність відповідних стандартизованих методик і методичних рекомендацій, за якими здійснюється екологічний контроль.
- 3) третій аспект стосується дотримання вимог до статистичної обробки результатів аналізів і досліджень.

Виконанням цих вимог можна забезпечити високу надійність екологічного контролю стану навколишнього середовища та підвищити ефективність проєктованих і запроваджуваних природоохоронних заходів.

9.2. Контроль якості вод

Під час контролю *санітарного стану водойм* до аналізу включають показники, які характеризують: зовнішній вигляд водойм; органолептичні властивості води; санітарний режим водойм; вміст шкідливих специфічних речовин; мікробне забруднення води.

Під час *санітарного спостереження* за станом водойм передбачається збір відомостей про основні джерела забруднення. Ці відомості повинні включати: питання санітарного впорядкування населеного пункту, умови відведення його стічних вод, дані про інші джерела забруднень (в тому числі промислові та інші об'єкти, які скидають стічні води (**додаток Г**)), дані про якість та склад стічних вод, що скидаються, характеристику технологій і рівень очищення стічних вод та їх знезараження.

Матеріали про якість води у водоймах мають містити і дані про їх гідрологічний режим. Це дозволяє оцінити результати санітарно-лабораторних досліджень та використовувати їх для прогнозування якості води річок і водойм.

Під час гігієнічного дослідження антропогенного забруднення водойм методичною схемою передбачається також вивчення та оцінювання

несприятливого впливу забруднень водойм на організм людини та здоров'я населення, а також на умови водокористування.

Здійснення контролю. Порядок здійснення контролю за ефективністю очищення, знешкодження та знезараження стічних вод, а також умовами їх випускання у водойми господарсько-питного та культурно-побутового призначення визначений екологічним законодавством України.

Контроль за ефективністю очищення стічних вод здійснюється виробничими лабораторіями при очисних спорудах, лабораторіями санітарно-епідеміологічних загонів і полягає у проведенні повного або скороченого фізико-хімічного і бактеріологічного аналізу стічної та очищеної води.

Лабораторно-виробничий контроль за якістю очищення вод, що скидаються, повинен здійснюватися цілодобово. Він поділяється на:

- ✧ хіміко-бактеріологічний, що проводиться штатними працівниками виробничої лабораторії;
- ✧ технологічний, що проводиться черговим фільтрувальної станції (очисних каналізаційних споруд) разом з лаборантами.

Лабораторії санітарно-епідеміологічних загонів, за наявності виробничої лабораторії, проводять санітарний контроль за якістю очищення стічних вод після очисних споруд (у місцях випуску їх у водойми або на ґрунт – поля фільтрації та зрошення) в обсязі:

- ✧ повного фізико-хімічного і бактеріологічного аналізу за затвердженим графіком (не менше як один раз на квартал);
- ✧ контрольного (короткого) фізико-хімічного і бактеріологічного аналізу – щомісячно або позапланово в разі негативних показників.

За відсутності виробничих лабораторій на підприємствах фізико-хімічні аналізи стічних вод здійснюються *лабораторіями* за стислою схемою один раз на місяць, а за відсутності таких лабораторій проведення аналізів стічних вод здійснюється медичною установою підприємства в місцевих санітарно-епідеміологічних установах Міністерства охорони здоров'я України:

щоквартально за повною схемою та щомісячно – за короткою схемою фізико-хімічного та бактеріологічного аналізів.

Виробничі лабораторії при очисних каналізаційних спорудах повинні здійснювати також *технологічний контроль* за роботою очисних споруд, який полягає у визначенні кількості води, що очищується, швидкості її руху очисними спорудами, кількості затриманого осаду, осадів граничного рівня мулу у вторинних відстійниках та осадів у первинних відстійниках. Результати лабораторного контролю стічних вод і визначення технологічних параметрів роботи очисних споруд заносяться до „Журналу лабораторного контролю”.

Під час контролю скидів виконуються вимірювання витрат, визначаються концентрації речовин, що містяться у скидах. На підставі цих даних визначається маса забруднювальних речовин, що скидаються за одиницю часу. Цей показник порівнюється із затвердженими нормативами ГДС.

9.3. Екометрія

Екометрією називають науку про вимірювання для визначення та оцінювання параметрів, що характеризують екологічний стан природного середовища, його компонентів та комплексів з позицій корисності або шкідливості для біоти і людини.

Екологічний контроль характеризується такими поняттями як „точно”, „неточно”, „істинно”, „помилково”, „повно”, „інформативно”, „достовірно”. *Екометрія* виступає як галузь наукової та інженерної діяльності, вимірювальний статус якої визначає рівень об’єктивності рішень при екологічному моніторингу, екологічному контролі та в інженерній екології. *Екометрія* базується на різноманітних способах, методах і законах отримання, візуалізації і використання інформації про довкілля. Підвищення точності, достовірності і достатності екологічних досліджень вирішується залежно від напруги екологічної ситуації.

Багатоманітність і багатофакторність екологічного контролю та екометрії ставить перед екологами багато завдань і проблем:

- 1) проблеми, пов'язані з умовністю і кількісною невизначеністю багатьох нормативних вимог;
- 2) проблеми, зумовлені відсутністю нормованих понять і чітко визначених умов підтримання у природному середовищі стану екологічної рівноваги або балансу;
- 3) неадекватність рішень, які приймаються за результатами кількісної оцінки та моніторингу стану довкілля.

Екометрія дає можливість позбавитися суб'єктивізму в екологічному контролі та моніторинзі, оскільки вона регламентує послідовність використання методів аналізу, приладів, за допомогою яких проводяться вимірювання, способів обробки інформації та її інтерпретації.

Не дивлячись на міжвідомчу неузгодженість, відсутність єдиних методологічних засад аналізу, створено великий парк спеціальної та універсальної контрольно-вимірювальної й аналітичної техніки, зразків, технологій проведення аналізу. Тому при проведенні екологічних досліджень і моніторингу завдання зводиться до вибору оптимального комплексу технічних засобів контролю якості довкілля із серійно-продукованих різними підприємствами приладів або закупівлі приладів іноземного виробництва, зокрема:

- аналізаторів, стаціонарних і пересувних станцій та лабораторій контролю забруднення атмосфери, промислових викидів, природних і стічних вод;
- обчислювальних комплексів для оснащення центрів автоматизованої обробки інформації;
- вимірювачів витрат наносів різного генезису;
- безперервних ліній лабораторного контролю;
- газоаналізаторів;
- портативних хімічних аналізаторів для оснащення інспекційних служб;
- приладів для вимірювання ХСК;
- хроматографів;

- радіоізотопних пиловимірювальних приладів, засобів контролю радіоактивного забруднення, аналізу наявності металів у природному середовищі;
- емісійних спектрометрів;
- засобів перевірки і контролю приладів;
- сенсорних датчиків тощо.

9.4. Технічні засоби отримання, опрацювання, візуалізації та передавання інформації про стан водних екосистем

Структура апаратних засобів. Для отримання та аналізу інформації в системі комплексного моніторингу використовується серія технічних засобів отримання та оброблення інформації.

Загальна структура апаратних засобів мережі наземних вимірів в системі комплексного моніторингу включає:

- I. Для *найнижчого рівня* об'єктів моніторингової мережі:
 - 1) стаціонарні пости для досліджень повітря і води;
 - 2) пересувні і стаціонарні лабораторії для контролю стану атмосферного повітря, води, ґрунту і снігу;
 - 3) пересувні станції контролю викидів і скидів;
 - 4) інспекційні служби;
 - 5) служби отримання даних від населення.

Кількість стаціонарних і пересувних станцій визначають у результаті проведення спеціальних наукових досліджень та з використанням досвіду постановки моніторингових досліджень в інших країнах.

- II. Для *середнього рівня* мережі: основними структурними елементами які забезпечуються технічними засобами, є центри збору та оброблення інформації, що отримується від найнижчого рівня моніторингової мережі.

- III. *Вищий рівень* мережі. На цьому рівні головними дійовими особами виступають інспектори з охорони довкілля і технічні засоби для

забезпечення надійності їх роботи.

Вимоги до засобів обробки моніторингової інформації. У мережі наземних спостережень за станом довкілля обчислювальні засоби обробки інформації використовуються на всіх рівнях моніторингу. У стаціонарних і пересувних постах місце введення даних (комп'ютер) дозволяє керувати роботою аналізаторів, здійснювати первісну обробку даних і зведені дані передавати на вищий рівень моніторингу.

У локальних обчислювальних центрах розраховуються (за отриманими моніторинговими даними) рівні забруднення середовища (за основними і додатковими інгредієнтами). Далі будуються ізолінійні карти і картограми, розраховуються прогностні показники забруднень, визначаються ймовірні джерела забруднень.

Обчислювальний центр мережі моніторингових досліджень виконує такі функції:

- 1) керує роботою мережі наземних вимірювань в трьох режимах:
 - в оперативному;
 - в штормовому (паводки);
 - в режимі перевірки працездатності постів моніторингу;
- 2) збирає інформацію від стаціонарних постів і пересувних лабораторій, які контролюють забруднення;
- 3) веде банки даних оперативного і довготривалого збереження інформації;
- 4) обробляє інформацію з метою отримання загальної картини ступеня забруднення та інтегральної оцінки екологічного стану природного середовища, а також розраховує прогностні оцінки змін стану середовища;
- 5) здійснює підготовку і видачу інформації про забруднення навколишнього середовища, водних та інших об'єктів у вигляді зведених таблиць, графіків та інших документів;

- 6) передає інформацію в автоматичному режимі у головний обчислювальний центр моніторингу.

Обчислювальний центр моніторингу викидів виконує наступні функції:

- 1) управління роботою всіх служб спостереження;
- 2) автоматичний та автоматизований збір інформації від арбітражних стаціонарних постів і пересувних лабораторій контролю викидів;
- 3) ведення банків даних інформації про викиди;
- 4) обробку інформації з метою встановлення джерел викидів, визначення об'єктів викидів, збитків від викидів в середовище і підготовки рекомендацій щодо вибору природоохоронних заходів;
- 5) підготовку довідкової зведеної інформації про поточний стан викидів в оточуюче середовище та ефективності проведених природоохоронних заходів.

9. 5. Завдання регіональної мережі моніторингу та головні вимоги до неї

Завдання регіональної мережі моніторингу зводяться до:

- 1) регулярного збору і передачі даних від стаціонарних постів і лабораторій до обчислювальних центрів різних рангів;
- 2) передачі даних, які поступають від населення про аварії або напружені ситуації;
- 3) передачі даних по відповідних каналах зв'язку від обчислювального центру до користувачів інформації (виконавча влада, населення).

Дані є переважно невеликими за обсягом (сотні, тисячі байт), але передаються часто. Вимоги до надійності передачі не є жорсткими. Дані від обчислювального центру передаються користувачам 1-2 рази на добу.

Важливим питанням проектування мережі передачі даних є вибір каналів зв'язку і технічних засобів передачі інформації. В якості каналів зв'язку виступає сотовий телефонний зв'язок, традиційні телефонні лінії, радіорелейні лінії, телеграф, телефакс, електронна пошта.

Інформаційне забезпечення системи комплексного екологічного моніторингу повинно включати:

- 1) упорядковану структуру інформаційних потоків (вхідних, вихідних, внутрішніх);
- 2) інфраструктуру інформаційної бази даних;
- 3) методики збору даних від стаціонарних і пересувних постів;
- 4) методики передавання даних, отриманих від постів різного рівня;
- 5) методики обробки даних та розрахунку інтегральних показників стану довкілля;
- 6) методики визначення джерел забруднення;
- 7) структуру організацій, які повинні користуватися моніторинговою інформацією та структуру експлуатаційних служб.

Програмне забезпечення має включати:

- 1) операційні системи;
- 2) системи керування базами даних;
- 3) засоби для управління збором даних;
- 4) прикладні пакети програм для обробки даних і їх передачі від стаціонарних і пересувних постів;
- 5) прикладні пакети програм для розрахунку прогнозів, визначення джерел забруднення, вирішення інших завдань.

База даних мережі моніторингу – це сукупність операційних даних, які зберігаються в комп'ютері і використовуються прикладними системами певного користувача. Головною при проектуванні і виборі структури бази даних є модель представлення даних. За способом організації баз даних їх поділяють на:

- реляційні (відносні);
- ієрархічні;
- мережеві.

Реляційні бази даних будуються на основі реляційної моделі даних, в якій

використовуються математичні поняття теоретико-множинного відношення. Вона представляє систему таблиць.

Ієрархічні бази даних будуються на основі ієрархічної моделі, яка має вигляд деревоподібної структури. Кількість баз даних відповідає певній кількості деревоподібних структур.

Мережеві бази даних будуються на основі мережевої моделі даних. У цій моделі дані мають структуру орієнтованого графа. База даних представляє орієнтовану мережу.

Вибір типу бази даних залежить від завдань, які маємо вирішувати за її допомогою.

У процесі екологічного моніторингу створюються такі бази даних:

- ✧ про стан повітряного басейну;
- ✧ про стан водних об'єктів;
- ✧ про стан ґрунтів;
- ✧ про стан рослинного і тваринного світу;
- ✧ про стан геологічного середовища.

Крім того, створюється база даних про відходи і викиди та скиди. Окремо створюється база аналітичних, комплексних і синтетичних карт. Перспективним є створення баз даних про поширення, спектр та інтенсивність розвитку небезпечних природних і техногенних процесів.

База даних про стан повітря. Система збору даних про якість повітря буде отримувати інформацію про кількісний та якісний стан метеорологічних і фізичних параметрів атмосфери, отриманих від автоматичних приладів, а також параметрів викидів. Інформація отримується від автоматичних приладів для вимірювання фонових характеристик довкілля, метеорологічних автоматичних приладів, а також від пересувних лабораторій і постів, які вивчають вплив транспорту на атмосферне повітря. Ця інформація заноситься в комп'ютер та обробляється за спеціальними алгоритмами і схемами. База даних про стан повітря включає в себе базу даних по викидах в атмосферу і базу даних про

забруднення атмосферного повітря. Ці дві бази даних повинні відповідати таким вимогам:

- займати невеликий обсяг пам'яті комп'ютера;
- містити максимум корисної інформації;
- забезпечувати легкий доступ і швидку обробку інформації;
- володіти гнучкістю по відношенню до доступу, пошуку та обробки даних;
- містити не тільки розрахункові величини, але й первинну інформацію.

База даних про викиди в атмосферу повинна містити дані про промислові підприємства, які здійснюють ці викиди в атмосферу (координати, тип, ГДВ, фактичні викиди). База даних, яка стосується забруднення атмосферного повітря, повинна містити координати кожного стаціонарного поста або координати пересувних лабораторій з координатами місця відбору проби.

Способи доступу до бази даних повинні бути простими. Порядок доступу повинен залежати від організації баз даних. Рівень доступу визначає права та можливості користувача: чим вищий рівень доступу, тим повнішою буде надана інформація.

Часткова (з позиції користувачів) база даних створюється на трьох рівнях:

- ◆ на рівні доступу до бази даних;
- ◆ на рівні прикладних програм;
- ◆ на рівні даних.

На *рівні доступу* до бази даних здійснюється управління авторизованим доступом і власне доступ до бази даних. Потім користувач виходить на *рівень прикладних програм*, в якому він може виконати визначене число функцій залежно від дозволеного рівня доступу. Виконавши функції, користувач потрапляє на *рівень даних*.

Способи взаємодії користувача з архівом, прикладними програмами і даними не повинні залежати від деталей побудови бази даних. Техніко-конструктивні аспекти повинні входити у виключну компетенцію

відповідального та операторів системи, а користувач повинен використовувати тільки прикладні функції системи.

Таким чином, база даних про стан повітря містить інформацію, яка представляє інтерес для гідроекологічного моніторингу в частині оцінювання впливу забруднювальних речовин, що містяться в повітрі, на екологічний стан поверхневих вод.

База даних про стан водних об'єктів. В основі її побудови лежить басейновий принцип. Вона мусить містити:

- 1) електронну топографічну карту басейну;
- 2) дані про стан рослинного покриву і ґрунтів;
- 3) гідрографічні і гідрологічні параметри (густота річкової мережі, похили, ширина і глибина водних об'єктів, витрати води, наносів тощо);
- 4) гідрогелогічні параметри;
- 5) дані про екстремальні ситуації (повторюваність паводків, селів, лавин тощо);
- 6) дані про якість води;
- 7) дані про екологічний стан водних екосистем;
- 8) дані про осушені і зрошувані землі у басейні;
- 9) інформацію про наявні гідротехнічні споруди, їх типи;
- 10) дані про рекреаційне, лісогосподарське, сільськогосподарське, транспортне, промислове та інше освоєння басейну;
- 11) законодавчі акти стосовно водного господарства, охорони водних ресурсів та водних екосистем.

Структурно, інформаційно і програмно база даних про стан водних систем або інших об'єктів моніторингу проектується аналогічно вище описаній базі даних про стан атмосферного повітря.

Контрольні запитання

1. *Мета і завдання екологічного контролю.*

2. Показники точності та достовірності екологічного контролю.
3. Нормовані показники контролю.
4. Які показники досліджуються під час визначення санітарного стану водойм та у процесі санітарного спостереження?
5. На кого покладено функцію контролю за ефективністю очищення стічних вод?
6. Дайте визначення екометрії, охарактеризуйте її суть і завдання.
7. Охарактеризуйте головні методи і типи технічних засобів, що використовуються для контролю стану природного середовища.
8. Відобразіть загальну структуру апаратних засобів мережі наземних спостережень.
9. Охарактеризуйте інформаційне і програмне забезпечення мережі моніторингу. Яка структура і яке значення бази даних мережі моніторингу?

**Використана та рекомендована для самостійного опрацювання
література**

1. Берзіна С. В., Борецько В. Є., Бузан Г. С. Громадський екологічний контроль : посіб. для громадських інспекторів з охорони довкілля / за заг. ред. І.О. Яковлева. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 150 с.
2. Головкін О. В. Екологічний контроль та нагляд в Україні: монографія. Кам'янець-Подільський : Друкарня Рута. Кам'янець-Подільський. 2014. 440 с.
3. Зеркалов Д. В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль: посібник. Київ : КНТ, Даков основа, 2007. 412 с.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10: Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною / затверджено наказом МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>.

5. Концепція реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31 травня 2017 р. №616-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/616-2017-%D1%80#Text>.
6. *Полетаєва Л. М., Сафранов Т. А.* Моніторинг навколишнього природного середовища: навч. посіб. Київ : КНТ, 2007. 172 с.
7. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 01.12.2017 № 316. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15 січня 2018 р. за № 56/31508. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>
8. *Хілько М. І., Кушерець В. І.* Екологічна безпека: термінологічний словник-довідник. Київ : Знання України, 2006. 144 с.

РОЗДІЛ 10

ОСОБЛИВОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

10.1. Загальні положення

Реалізація завдань моніторингу водних об'єктів в Україні повинна опиратися на власний досвід і досвід країн Європейського Союзу (ЄС).

Регламентом ЄС № 1210/90 від 7 травня 1990 р. було засновано *Європейську агенцію з охорони навколишнього середовища (ЄАНС)*, яка фактично розпочала свою роботу у грудні 1993 року, а також *Європейську мережу спостереження й інформації про стан навколишнього середовища (EIONET)*, що поєднує 600 екологічних організацій Європи. У своїй роботі ЄАНС спирається на три ключові інструменти:

- ✧ моніторинг і звітність;
- ✧ обмін у мережі EIONET;
- ✧ робота інформаційного центру.

Завдання ЄАНС – збір та аналіз інформації з питань навколишнього середовища в Європі. Регламент 1210/90, по суті, запровадив загальну для Співтовариства систему моніторингу навколишнього середовища та інформаційний інструмент екологічної політики ЄС.

Головним завданням ЄАНС є збір, аналіз і надання об'єктивної, надійної і порівнювальної інформації, використання якої дає змогу країнам – членам Європейського союзу і широкій громадськості вживати адекватних заходів щодо охорони довкілля, оцінювати ефективність реалізованої політики і потребу її подальшого доопрацювання та коригування. ЄАНС виступає довідковим центром з екологічної інформації.

У рамках виділених Регламентом (фактично Статутом ЄАНС) пріоритетних сфер роботи перебувають проблеми якості повітря й викидів в атмосферу; якості води, забруднювальних речовин і водних ресурсів; стану

грунту, флори і фауни та біотопів. Загалом діють *дев'ять* європейських тематичних центрів:

- центр спостереження за викидами в атмосферу;
- центр спостереження за якістю повітря;
- центр спостереження за внутрішніми водними об'єктами;
- центр спостереження за земельними ресурсами;
- центр спостереження за морським і береговим навколишнім середовищем;
- центр спостереження за ґрунтами;
- центр спостереження за водними ресурсами;
- центр спостереження за охороною природи;
- центр реєстрації джерел інформації.

Тематичні центри ЄАНС розпочали розробку та впровадження певних складових мережі EIONET. Це системи *EuroWaterNet*, *EuroAirNet*, *EuroSoilNet*, які мають комп'ютерні інформаційні бази даних, відповідно WATERBASE, AIRBASE, SOILBASE із єдиним форматом передачі та обміну інформацією. Нині їх впроваджено в усіх країнах ЄС.

Країни-члени ЄС поставили перед собою завдання домогтися одностайності в екологічній політиці за допомогою розробки стандартів, норм і правил. На відміну від інших міжнародних організацій, програми яких ґрунтуються винятково на добрій волі урядів, ЄС у разі потреби підтверджує свої рішення санкціями, що забезпечують їх виконання.

ЄАНС тісно співпрацює з іншими організаціями як у середині, так і за межами ЄС, зокрема з ООН та *Організацією економічної співпраці і розвитку* (ОЕСР).

10.2. Мережа моніторингу внутрішніх вод ЄС

Однією з найважливіших складових моніторингу навколишнього середовища є моніторинг водних ресурсів. Низька якість води позначається на

водних екосистемах, робить її непридатною або ускладнює підготовку для використання як питної.

Країни ЄС виконують моніторинг водних ресурсів згідно зі своїми національними пріоритетами і вимогами (наприклад, правовими та оперативними), а також міжнародними зобов'язаннями (встановленими, наприклад, директивами Європейської комісії і міжнародними угодами).

ЄАНС за допомогою європейської системи моніторингу водних ресурсів (*EuroWaterNet*) отримує інформацію про водні ресурси (їх якість та кількість). Це може бути інформація про загальний стан річок, озер і підземних вод або конкретні проблеми (наприклад, вплив на водні ресурси, вміст біогенних елементів у воді або вплив кислотних дощів на водні ресурси Європи загалом).

EuroWaterNet базує свою діяльність на таких ключових принципах:

- використання інформації наявних національних баз даних моніторингу та інформаційних баз;
- порівняння подібного з подібним;
- статистично стратифікованої структури, пристосованої до вирішення конкретних завдань та отримання відповідей на поставлені запитання;
- заданій точності вимірювальних робіт.

Мережа спроектована так, що вона дозволяє отримати репрезентативну оцінку різних типів водних ресурсів і їх варіацій за ступенем впливу антропогенної діяльності в будь-якій окремій країні-учасниці чи загалом у зоні діяльності ЄАНС. Вона забезпечує порівняння однакових типів водних об'єктів. Довгострокова мета – забезпечення повної статистичної репрезентативності *EuroWaterNet*.

Передбачено три етапи розробки й послідовного впровадження *EuroWaterNet*. Країнам рекомендовано створювати на початковому етапі „базову мережу”, що спирається на ряд річкових та озерних станцій на території країни; потім „мережу, орієнтовану на вплив і політику”, до складу якої будуть включені конкретні річкові й озерні станції для отримання

інформації щодо конкретних, пов'язаних з політикою питань і, в кінцевому підсумку, „цілком репрезентативну мережу”.

Збереження, поширення та візуалізація даних, зібраних у рамках *EuroWaterNet*, можливі через базу даних з водних ресурсів.

EuroWaterNet покликана стати гнучкою системою моніторингу і збирання інформації. Завдяки цьому її можна з успіхом застосовувати до різних типів водних ресурсів. Одна з ключових позицій концепції *EuroWaterNet* – використання вибірки наявних національних баз даних моніторингу та інформації.

Нині *EuroWaterNet* здебільшого розглядають як головний механізм звітності для країн і Європейської комісії, за допомогою якого можна оцінювати ефективність і дієвість європейських програм у галузі водних ресурсів, а також розробляти, якщо треба, нові програми, адже вона є джерелом надійної інформації, що дає змогу ефективно й цілеспрямовано використовувати засоби структурних фондів ЄС.

Слід запровадити низку заходів у галузі впровадження *EuroWaterNet* у країнах, не охоплених цією мережею. Для того, щоб було простіше планувати виділення ресурсів, проблему поділено на три етапи. Перший етап можна визначити як стадію інвентаризації й оцінки невирішених проблем. У ході наступного етапу усувають виявлені недоліки, формують та розвивають національні бази даних. При цьому слід забезпечити їх повну взаємозамінність і сумісність із загальноєвропейською базою даних *ЄАНС-ЄТЦВ* (відомою як *WaterBase*). І нарешті, настає стадія закріплення результатів, на якій буде забезпечено регулярний електронний обмін даними між ННД (новими незалежними державами) і базою даних *ЄАНС-ЄТЦВ*.

Конкретно йдеться про наступні заходи.

Стадія I – інвентаризація та оцінка:

- інвентаризація мереж моніторингу поверхневих вод для національних і міжнародних цілей;
- огляд наявних безпосередніх чи непрямих даних;

- зіставлення з критеріями добору станцій *EuroWaterNet*;
- виявлення вад у системі моніторингу та інформації;
- добір базових станцій для *EuroWaterNet*.

Стадія II – здійснення:

- заходи для ліквідації недоліків у системах, виявлених на стадії 1, сприяння створенню національних баз даних про стан поверхневих вод і навантаження, якого вони зазнають. Національні бази даних повинні мати таку структуру, яка дасть змогу безперешкодно й оперативно передавати електронним способом дані до загальноєвропейської бази даних ЄАНС-ЄТЦВ (*WaterBase*).

Стадія III – закріплення:

- оприлюднення рекомендацій щодо активізації співпраці й обміну даними між країнами ЄАНС та іншими міжнародними організаціями;
- організація регулярних потоків даних для забезпечення максимально широкої участі у процедурах звітності ЄАНС.

10.3. Вибір річкових станцій для базової мережі моніторингу

Основу *EuroWaterNet* становить інформація, отримана від наявних національних і регіональних мереж моніторингу країн-членів ЄС. Кожній із цих країн запропоновано вибрати річку і пункти розміщення на ній станцій моніторингу згідно з визначеними критеріями. Вони утворять базову мережу, яка дасть змогу провести загальну оцінку якості річок Європи.

У цьому контексті річка – не лише найнижча лінія водозбірного басейну, а також окремі її ділянки, притоки та другорядні водозбірні басейни. На багатьох річках потрібно створювати декілька станцій моніторингу вздовж усього їх русла – від витoku до гирла, щоб можна було охарактеризувати будь-які просторові варіації якості та кількості річкової води.

Річкова станція моніторингу – це пункт на річці, де вимірюють кількість, визначають якість води та інші параметри стану і функціонування річки. Інформація про якість річкової води, отримана в даній точці річки, стосується

певного створу чи ділянок цієї річки, вздовж яких якість води відносно однорідна чи статистично однакова. Національна класифікація може бути основою для загальних схем класифікації річок за якістю їх вод. Отже, будь-яка конкретна станція моніторингу може бути репрезентативною для ділянки річки, що має воду певної якості.

Станції базової мережі моніторингу надають інформацію про якість води на окремих створах річки. Оскільки інформація про якість води на окремих створах може бути недостатньою для визначення середньої, найгіршої та найкращої якості води в усій річці, виникає потреба в інформації про якість води на менших (чи більших) за розміром ділянках річок або на менших за розміром річках.

Різні типи станцій (контрольні, гирлові, для великих річок) є субкомпонентами всієї мережі станцій моніторингу. Репрезентативні станції вибирають так, щоб вони були типовими для всієї мережі моніторингу чи регіону країни. Тому деякі станції можуть бути включені більше ніж в одну категорію. У регіонах із незначним антропогенним навантаженням усі станції можуть відповідати критеріям для контрольних станцій. Тоді контрольні станції надаватимуть інформацію, що характеризує даний регіон і виступатимуть одночасно у ролі репрезентативних станцій.

Кількість річкових станцій моніторингу, відібраних певною країною-членом ЄС із загальної їх кількості, спочатку визначається площею країни з урахуванням нормативу густоти мережі, який становить одну річкову станцію моніторингу на 1000 км². Пропозиції щодо меншої кількості річкових станцій моніторингу стануть прийнятними, якщо буде доказано, що забезпечено належний ступінь репрезентативності.

Річкові станції мають бути розміщені по всій території країни-учасниці. Якщо є інформація про довжину річок чи їх кількість у кожному з річкових водозборів і регіонів країни, то кількість вибраних для моніторингу річок або річкових станцій моніторингу для даного регіону чи водозбірною басейну потрібно визначати з урахуванням густоти річкової мережі в ньому.

Тип станції. Річкові станції моніторингу за фізичними характеристиками, призначенням й особливостями досліджень антропогенного навантаження в даному водозбірному басейні поділяють на такі типи.

Контрольні річкові станції. Їх необхідно створювати на водозбірних басейнах, на яких ведеться незначна господарська діяльність або її взагалі немає, а частка природного ландшафту, якого не торкнулася діяльність людини, становить понад 90 % території водозбірного басейну. Такі станції будуть, ймовірно, розміщені на малих річках, що мають невеликі водозбори. Кількість таких станцій в ідеалі має становити близько 10 % від загальної кількості обраних річкових станцій. Якщо таких станцій менше, слід збільшити кількість репрезентативних станцій моніторингу.

Репрезентативні річкові станції потрібно обирати так, щоб вони відображали характеристики більшої частини річок даного регіону, причому господарська діяльність у водозбірних басейнах цих річок має відповідати господарській діяльності в регіоні. Отже, якщо в регіоні переважає сільськогосподарське виробництво (наприклад, 90 % земель використовується в сільському господарстві), то більша частина станцій моніторингу (наприклад, 90 %) має відображати потенційний вплив сільського господарства на якість води в річках. З іншого боку, якщо на якість річкової води в даному регіоні загалом впливає урбанізація й точкові джерела забруднення, то відібрані станції моніторингу мають виявляти вплив цих забруднень.

На малих, середніх, великих і дуже великих річках країни потрібно встановити однакову кількість репрезентативних станцій (а якщо можливо, то й контрольних). У країнах ЄС запропоновано такі критерії віднесення річки чи її водозбірного басейну до певної розмірної категорії.

Площа водозбору вище за течією від станції

| | |
|-------------|-----------------------------|
| Мала річка | менше 50 км ² |
| Середня | 50...250 км ² |
| Велика | 250...1000 км ² |
| Дуже велика | 1000...2500 км ² |
| Найбільша | понад 2500 км ² |

В Україні річки поділяють на малі ($F < 2$ тис. км²), середні ($F = 2 \dots 50$ тис. км²) і великі ($F > 50$ тис. км²), де F – площа водозбору.

Питання поділу річок за площею водозборів в Україні та в країнах ЄС потребує узгодження.

Додаткові річкові станції слід відбирати зі станцій національних мереж моніторингу як окремі дискретні групи станцій, відмінні від групи контрольних і репрезентативних станцій моніторингу. Як уже зазначалося, ці станції можуть бути серед тих, які належать до категорії опорних і репрезентативних станцій. Додаткові річкові станції моніторингу встановлюють на найбільших і найважливіших річках. До категорії додаткових належать також станції для моніторингу транскордонного навантаження щодо забруднюючих речовин.

У зоні діяльності ЄАНС найбільшими та найважливішими вважаються приблизно 650 річок:

- річки, площа водозбірних басейнів яких становить понад 2500 км² (їх близько 450);
- найважливіші чи добре відомі річки або канали країни.

До цієї категорії будуть, ймовірно, включені ті річки, на яких нині проводиться моніторинг у рамках Програми обміну інформацією.

Станції моніторингу транскордонного перенесення забруднювальних речовин збирають інформацію для оцінки транскордонного перенесення забруднювальних речовин, що надходять по міжнародних річках в окремі країни чи моря Європи. Інформація від цих станцій переважно стосується обсягів забруднювальних речовин, а не узагальнених параметрів якості чи кількості води. Однак, якщо будь-яку з цих станцій було включено до трьох попередніх категорій (контрольної, репрезентативної чи найбільшої), вона має надавати інформацію про якість і кількість води.

ЄТЦВ не має доступу до національних інформаційних баз, що містять дані про деякі найбільші і найважливіші річки, а також дані, отримані на станціях моніторингу транскордонного перенесення забруднювальних речовин. Надаючи інформацію в ЄАНС, слід чітко зазначити, який саме тип станцій

моніторингу виділено для *EuroWaterNet*. Типи станцій позначають так: В – контрольна; R – репрезентативна; L – найбільша і найважливіша; F – станція моніторингу транскордонного перенесення забруднювальних речовин.

10.4. Вибір озер та джерел підземних вод як об'єктів моніторингу

Відправний пункт для *EuroWaterNet* – інформація про кількість озер та озерних станцій моніторингу в національних і регіональних мережах моніторингу. Країни-члени ЄС мають відібрати озера, що підлягають моніторингу, згідно з визначеними критеріями. Вибрані озерні станції становитимуть основу базової мережі моніторингу та, як очікується, дадуть змогу забезпечити загальну екологічну оцінку озер Європи.

У цьому контексті озеро – це окремо розміщена непротічна водойма, що може містити в собі низку дрібніших водойм, між якими відбувається (принаймні впродовж певного періоду часу в році) цілеспрямований обмін і перемішування водної маси. Інколи озера можуть бути з'єднані між собою чи відділені одне від одного відносно неглибокими каналами, якими вода переміщується лише в одному напрямку. Якість води у взаємозв'язаних озерах може бути різною залежно від їх фізичних і хімічних параметрів. За рішенням національних органів влади кожне озеро, що входить до озерної групи, можна розглядати й піддавати моніторингу як окреме озеро.

Щоб отримати репрезентативну оцінку будь-яких показників якості води озера, може бути достатньо лише однієї станції моніторингу (наприклад, на витоку озера, якщо вода в ньому добре перемішується). Якщо ж треба врахувати відмінності якості води озера по вертикалі й по горизонталі, то знадобиться кілька станцій. Малі й середні за розміром озера також слід включати до національного переліку озер для *EuroWaterNet*.

Різні типи озер (контрольні, найбільші) – це субкомпоненти всієї озерної мережі. Репрезентативні озера вибирають так, щоб вони відображали стан усіх озер країни чи регіону. Деякі озера можуть потрапити більше ніж до однієї категорії. Усі озера регіону з незначним рівнем господарської діяльності на

їхньому водозборі і в чаші, можуть задовольняти усім критеріям для контрольних озер. У цьому разі контрольні озера характерні для цього регіону і їх також розглядають як репрезентативні.

Кількість озер у мережі. Спочатку буде визначено загальну кількість озер із площею водної поверхні понад 0,1 км², кількість озер, обраних країнами-членами ЄС із загальної їх кількості, на яких вестимуться моніторингові дослідження (з розрахунку одне озеро на 1 750 км² площі країни).

Географічний розподіл озерної мережі. Потрібну для кожної країни кількість озер, включених до мережі, необхідно більш-менш рівномірно розмістити на її території. З урахуванням запропонованого вище показника густоти озерної мережі більшість країн матимуть принаймні одне з таких озер у кожному адміністративному регіоні. Адміністративні регіони зазвичай охоплюють територію від 2 000 до 35 000 км². Кількість озер, відібраних у кожному регіоні країни, слід пов'язати із загальною кількістю озер у ньому, щоб регіон з найбільшою кількістю озер було охоплено пропорційно більшою мережею станцій моніторингу.

Типи озер. Усі озера, потрібні для мережі моніторингу, на основі вивчення їх фізичних характеристик та антропогенного навантаження в розміщених вище водозбірних басейнах поділяють на такі типи:

Контрольні озера. Їх слід вибирати у водозбірних басейнах, господарська діяльність в яких незначна чи взагалі її немає, а частка природного ландшафту, якого не торкнулася господарська діяльність, становить більше 90 % території водозбірного басейну. Таких озер, якщо це можливо, має бути близько 10 % від загальної кількості обраних озер.

Репрезентативні озера. Їх необхідно обирати так, щоб вони відображали характеристики більшої частини озер даного регіону. Якщо великі озера переважають у загальній кількості озер регіону за площею (чи об'ємом), то, вибираючи озера для мережі, слід віддавати перевагу великим, а не малим озерам. Однак мета *EuroWaterNet* – включення до мережі моніторингу озер різного розміру.

Запропоновано такі критерії віднесення озера до певної категорії за розміром.

Площа водної поверхні

| | |
|-------------|---------------------------|
| Мале озеро | 0,1...1,0 км ² |
| Середнє | 1...10 км ² |
| Велике | 10...100 км ² |
| Дуже велике | понад 100 км ² |

В однорідних регіонах із незначною господарською діяльністю всі репрезентативні озера можуть бути також контрольними та в ідеалі мати різну площу водної поверхні.

Додаткові озера. Їх обирають з національних мереж моніторингу як окрему дискретну групу озер, відмінну від груп контрольних і репрезентативних. Ці озера можуть бути серед тих, що належать до категорії контрольних і репрезентативних. Найбільші і найважливіші озера відносять до категорії додаткових. У зоні дії ЄАНС їх приблизно 200; це озера площею понад 100 км². Найважливіші чи відомі в кожній країні озера та водойми також слід включати до цієї групи.

Типи озер для *EuroWaterNet* позначають так: В – контрольне; R – репрезентативне; L – найбільше; M – найважливіше. Якщо водойму включено до базової мережі, до покажчика В, R, L, M слід додати префікс RES.

Вибір джерел підземних вод. Так само, як і для річок та озер, основою базової мережі моніторингу підземних вод є наявні національні мережі моніторингу підземних вод. Оскільки мережі моніторингу підземних вод зазвичай не дуже розвинені, в країнах-членах ЄС запроваджений такий підхід до організації базової мережі їх моніторингу. Деяким країнам ЄС запропоновано на добровільних засадах надати конкретну інформацію принаймні про три джерела підземних вод. На запит було надано загальну інформацію про кожне з обраних джерел підземних вод і концентрацію у ньому специфічних речовин (амонію, нітритів, нітратів і розчиненого кисню).

Ці концентрації потрібно заміряти у свердловинах різних типів (спостережних і використовуваних для інших цілей), розміщених на кожному із

джерел підземних вод. Окрім того, було надано карти підземних водоносних горизонтів із зазначенням меж і пунктів відбору проб підземних вод.

10.5. Фізичні характеристики вод та антропогенні впливи на них

Для кожної станції моніторингу річки, озера чи джерела підземних вод потрібна додаткова інформація про фізичні характеристики водного об'єкта й антропогенні навантаження, яких він зазнає (табл. 10.1).

Таблиця 10.1

Інформація про фізичні характеристики вод та антропогенні впливи, яка включена до базової мережі моніторингу річок, озер і підземних вод [Бондар О. І. та ін., 2006]

| Інформація | Річки | Озера | Підземні води |
|---|-------|-------|---------------|
| Фізичні характеристики: | | | |
| порядок притоки, на якій розміщено станцію | v | | |
| глибина (середня) | | v | |
| площа поверхні | | v | |
| площа частини водозбірної басейну, розміщеної вище від станції | v | v | |
| площа водозбірної басейну, що живить підземний водоносний горизонт або впливає на нього | | | v |
| висота станції (озера) над рівнем моря | v | v | |
| довгота і широта | v | v | v |
| довжина ділянки річки вище від станції проти течії | v | | |
| гідрогеологія | | | v |
| тип водоносного горизонту | | | v |
| площа водоносного горизонту | | | v |
| тип ґрунту й геологічна будова водозбірної басейну | v | v | v |
| чисельність населення на ділянці водозбірної басейну, розміщеної вище від станції | v | v | v |
| види землекористування у верхній частині водозбірної басейну, %: | | | |
| частка сільськогосподарських земель | v | v | v |
| частка орних земель | v | v | v |
| частка лісових угідь | v | v | v |
| частка земель, зайнята населеними пунктами міського типу | v | v | v |
| навантаження на верхню ділянку від точкових джерел | v | v | v |
| використання добрив на верхній ділянці водозбірної басейну | v | v | v |

Показники стану. Показники, потрібні для одержання відповідей на конкретні запитання, поділяють на основні (істотно важливі) і другорядні

(корисні, але не істотно важливі, табл. 10.2). Дані за цими показниками становлять основу інформації, яка використовується для одержання відповіді на специфічні запитання і для розв'язання спектру гідроекологічних проблем.

Таблиця 10.2

Перелік пропонованих головних і другорядних показників для мережі річкових та озерних станцій моніторингу [Бондар О. І. та ін., 2006]

| Параметри-індикатори | Приклади індикаторів | Проблеми | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|----------|----|----|----|----|----|----|----|--------|
| | | EQ | AC | NS | TS | OP | WU | RA | PI | FL |
| Біологічні індикатори | Макробезхребетні, риби, макрофіти, фітопланктон, хлорофіл | vv | vv | v | v | v | v | x | vv | x |
| Описові параметри | Розчинений кисень, рН, лужність, провідність, температура, завислі речовини | v | vv | v | v | vv | vv | x | v | v (ss) |
| Стік води | Витрата, рівні | vv | v | v | v | v | vv | x | vv | vv |
| Гідро – морфологія | Характеристика ареалу існування, структура русла, звивистість | vv | x | x | x | x | x | x | vv | x |
| Додаткові параметри | Біохімічна та хімічна потреба в кисні, загальний органічний вуглець, диск Секкі, фракції алюмінію | v | vv | v | x | vv | v | x | x | x |
| Поживні речовини | Загальний і розчинений фосфор, нітрати, нітрити, амоній, органічний азот, загальний азот | v | x | vv | x | v | x | x | x | vv |
| Головні йони | Кальцій, натрій, калій, магній, хлориди, сульфати, бікарбонати | x | vv | x | x | v | x | x | x | x |
| Важкі метали | Кадмій, ртуть, залежно від видів землекористування в басейні | x | x | x | vv | v | x | x | x | vv |
| Пестициди | Залежно від видів землекористування в басейні | x | x | x | vv | v | x | x | x | vv |
| Інші синтетичні органічні речовини | ПАГ, ПХБ залежно від видів землекористування в басейні | x | x | x | vv | v | x | x | x | vv |
| Мікроби | Загальні та фекальні форми, фекальні стрептококи, сальмонела, ентеровіруси | x | x | x | x | vv | v | x | x | x |
| Радіо-нукліди | Загальна α та β -радіоактивність, цезій -137 | x | x | x | x | x | x | vv | | v |

Примітки. Розшифрування проблем екологічної якості: AC – окиснення водойм; NS – вміст поживних речовин; TS – токсичні речовини; OP – органічні забруднювачі; WU – водокористування і водозабезпеченість; RA – радіоактивність; PI – фізичний вплив на водні об'єкти; FL – транскордонне надходження забруднювальних речовин; EQ – важливості параметрів і проблем: vv – ключові, першочергові параметри; v - важливі, але не ключові, другорядні; речовини x – неістотні; ss – завислі речовини.

Індикатори стану якості підземних вод можна поділити на сім груп (табл. 10.3).

Таблиця 10.3

**Перелік пропонованих для моніторингу показників якості підземних вод
[Бондар О. І. та ін., 2006]**

| Група | Параметри |
|------------------------|--|
| 1. Описові параметри | Температура, Ph, РК, електропровідність |
| 2. Головні йони | Ca, Mg, Na, K, HCO ₃ , Cl, SO ₄ , PO ₄ , NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , загальний органічний вуглець |
| 3. Додаткові параметри | Залежно від особливостей місцевих джерел забруднення (видів землекористування) |
| 4. Важкі метали | Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, Cr залежно від особливостей місцевих джерел забруднення (видів землекористування) |
| 5. Органічні речовини | Ароматичні та галогенізовані вуглеводні, феноли, хлорфеноли залежно від особливостей місцевих джерел забруднення (видів землекористування) |
| 6. Пестициди | Залежно від використання пестицидів на місцях, видів землекористування та частоти їх наявності в підземних водах |
| 7. Мікроби | Загальні колі форми, фекальні колі форми |

Контрольні запитання

1. Сформулюйте головне завдання Європейської агенції з охорони навколишнього середовища (ЄАНС).
2. Яку інформацію про водні ресурси отримує ЄАНС за допомогою європейської системи моніторингу водних ресурсів (EuroWaterNet)?
3. Охарактеризуйте етапи розробки й послідовного впровадження EuroWaterNet.
4. Як відбувається вибір річкових станцій для базової мережі EuroWaterNet?
21. Які типи річкових станцій виокремлюють в EuroWaterNet?
22. Які типи озер виокремлюють в EuroWaterNet?
23. Як відбувається вибір джерел підземних вод для EuroWaterNet?

24. Які найважливіші фізичні характеристики та антропогенні навантаження вносять до базової мережі моніторингу річок, озер і підземних вод?

Використана та рекомендована для самостійного опрацювання література

1. Аналітична записка щодо стану та перспектив розвитку державної системи моніторингу довкілля. Київ, 2023. 119 с. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/analitychna-zapyska-shhodo-stanu-ta-perspektyv-rozvytku-derzhavnoyi-systemy-monitoringu-dovkillya/>.
2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ : Твій формат, 2006. 240 с.
3. Впровадження європейських стандартів і нормативів у Державну систему моніторингу довкілля України: наук. метод. посіб. / О. І. Бондар, О. Г. Тараріко, Є. М. Варламов та ін. Київ : Інрес, 2006. 264 с.
4. Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища: підручник / за заг. ред. О. І. Бондаря, Г. І. Рудька. Київ : ЕКМО; Харків : Укртехнологія, 2007. 416 с.
5. Ковальчук І. П., Курганевич Л. П. Гідроекологічний моніторинг : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 292 с.
6. Ободовський О. Г., Ярошевич О. Є. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси / за ред. О. Г. Ободовського. Київ : Інтердрук, 2006. 70 с.
7. Kurhanevych L., Shipka M. Hydroecological state of the Poltva river and its tributaries. Prace Studenckiego Koła Naukowego Geografów Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. No 5 (2016). S.78–88 <http://praceskng.up.krakow.pl/article/view/3224/2843>.

РОЗДІЛ 11

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

11.1. Проблемні питання моніторингу водних об'єктів

При аналізі системи екологічного моніторингу поверхневих і підземних вод України можна визначити ряд проблем, серед яких найважливішими виступають: 1) науково-методичні; 2) організаційні; 3) технічні; 4) фінансові; 5) правові.

До *науково-методичних* проблем екологічного моніторингу поверхневих і підземних вод належать:

- ✓ відсутність досконалої науково-обґрунтованої загальнодержавної концепції та регіональних програм моніторингу якості поверхневих і підземних вод;
- ✓ відсутність єдиної науково-методичної бази для організації та виконання спостережень, збереження, оброблення, аналізу інформації та передачі її зацікавленим організаціям з метою прогнозування змін стану поверхневих і підземних вод.

Суть *організаційних* проблем полягає у:

- ↪ недосконалості існуючої моніторингової мережі, її неоднорідності, неоднаковому ступені охоплення моніторингом водних таксонів;
- ↪ низькій ефективності використання моніторингової інформації;
- ↪ відсутності зворотних зв'язків між органами, що ведуть спостереження і споживачами інформації;
- ↪ відсутності обміну інформацією гідрогеологічного та гідроекологічного моніторингу з системами моніторингу інших складових довкілля;
- ↪ недостатньому охопленні спостережними пунктами територій з потужними джерелами впливу на екологічний стан поверхневих і підземних вод, серед яких гірничо-видобувні, енергетичні, гірничо-

хімічні підприємства, урбанізовані території, сміттєзвалища, хвостосховища, сільськогосподарські угіддя тощо;

- ↪ обмеженій кількості параметрів, за якими ведуться спостереження;
- ↪ відсутності регіональних центрів моніторингу, які повинні здійснювати координацію, науково-методичний супровід, збір, аналіз і синтез моніторингової інформації тощо;
- ↪ відсутності зв'язку суб'єктів моніторингу з органами місцевого самоврядування, громадськими організаціями, засобами масової інформації.

Технічні проблеми моніторингу вод пов'язані з:

- недотриманням єдиної науково-технічної політики щодо стандартизації, метрології і сертифікації вимірювального та комп'ютерного обладнання;
- застарілою, недосконалою технічною базою моніторингу;
- низьким рівнем автоматизації отримання і збереження інформації;
- неузгодженістю програмних продуктів, що використовуються для обробки даних;
- періодичним порушенням зв'язків та обміну інформацією між окремими суб'єктами моніторингу;
- низькою якістю та достовірністю моніторингової інформації.

Сьогодні ключовою проблемою є *фінансова*. Недостатній рівень фінансування, що здійснюється за рахунок державного бюджету, відсутність коштів у багатьох підприємств – забруднювачів вод – ускладнює здійснення моніторингу на необхідному рівні. Відсутність належного фінансування стримує розвиток моніторингової мережі, спричинює зменшення кількості параметрів, за якими здійснюють спостереження, а також і самих пунктів спостереження. Про масштабність цих проблем свідчить зменшення за останні 10-12 років обсягів фінансування моніторингу підземних вод у 10 разів.

Внаслідок відсутності коштів на багатьох пунктах спостереження практично припинено моніторинг хімічного складу підземних вод.

Правові проблеми полягають у відсутності правових норм, що визначають відповідальність за порушення та руйнування пунктів спостереження.

Неврегульованим залишається питання передачі моніторингової інформації до загальнодержавної системи моніторингу приватними підприємствами, що здійснюють спостереження за власні кошти. Відсутня відповідальність за несвоєчасну подачу моніторингової інформації. Неврегульоване питання виділення ділянок для розташування пунктів спостереження.

Останніми роками загострилася проблема кадрового забезпечення моніторингу. Недостатнє фінансування, низький рівень оплати праці зумовив „вимивання” висококваліфікованих працівників. Підготовку кадрів відповідного профілю у ВНЗ майже не здійснюють.

11.2. Оптимізація моніторингу водних об'єктів

Основними компонентами оптимізації системи екологічного моніторингу поверхневих і підземних вод слугують: 1) оптимізація структури мережі моніторингу; 2) оптимізація змісту моніторингових досліджень (програми моніторингу, кількості відстежуваних параметрів стану водного середовища, частоти їхнього фіксування тощо); 3) оптимізація фінансового, матеріально-технічного і кадрового забезпечення моніторингу поверхневих та підземних вод; 4) оптимізація організаційного забезпечення функціонування системи моніторингу довілля загалом.

Суть *оптимізації структури мережі моніторингу* полягає у:

- розширенні кількості гідропостів шляхом їхнього створення на неохоплених спостереженнями річках, озерах, морях та водосховищах, інших гідроекологічних таксонах різних рангів;
- скорочення гідропостів, які працюють неефективно, дублюють інформацію, не вносять нових даних у процес пізнання закономірностей функціонування гідрологічних об'єктів,

прогнозування змін гідрологічного режиму та гідроекологічної ситуації.

Суть *оптимізації змісту моніторингу* полягає в:

- ♦ розробці всеосяжної Програми моніторингу поверхневих та підземних вод;
- ♦ розробці та обґрунтуванні оптимального списку контрольованих параметрів стану вод з урахуванням регіональної специфіки впливу на водні об'єкти природних (переважно кліматичних, біоекологічних, геоекологічних, ландшафтних і геоморфологічних) та антропогенних (діяльність людини) чинників;
- ♦ обґрунтуванні оптимальної частоти і повторності фіксування моніторингових параметрів стану поверхневих та підземних вод;
- ♦ обґрунтуванні вибору оптимальних методик аналізу відібраних проб води та інших компонентів гідроекосистем, які впливають на гідрологічний режим водних об'єктів, їхній екологічний стан, а також забезпечення дотримання міжрегіональних та міжнародних стандартів гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних досліджень.

За результатами оцінки існуючих підходів до водного моніторингу, а також аналізу наявної (традиційної) періодичності відбору проб і зняття (отримання) інформації, пропонуються певні оптимізаційні заходи, зокрема:

- ⇒ у фазі підвищеної водності (паводки, повінь) частота відбору проб є недостатньою для відображення змін стоку води, наносів, хімічного складу стоку, тому її треба збільшити. Це стосується насамперед, гірських і гірсько-передгірських відтинків річок, а також рівнинних, які зазнали суттєвого антропогенного впливу і змінили свій гідрологічний режим;
- ⇒ в інші фази гідрологічного режиму частоту відбору проб доцільно коригувати залежно від типу гідрологічного об'єкта (рівнинні чи гірські річки) та їхнього рангу, ступеня господарського освоєння, екологічного стану річки чи водойми, інтенсивності техногенного

впливу на них тощо. Важливо врахувати, що екологічна напруга у водних об'єктах часто виникає не лише у період паводків і повеней, але й у час межені;

⇒ дещо заниженою є частота відбору проб для визначення хімічного складу вод, їх якості, ступеня забруднення, оцінки гідробіологічної та гідро екологічної ситуацій. Головним мотивом при відборі таких проб часто слугує не екологічна доцільність, а наявність фінансових ресурсів на виконання відповідних лабораторних аналізів. Тому цей недолік необхідно ліквідувати в першу чергу.

При постановці і реалізації моніторингу поверхневих вод необхідно застосовувати диференційований підхід до вибору водних об'єктів – річок, каналів, озер, водосховищ, морів і пунктів спостережень на них. При моніторингу якості води річок достатньо створювати пари точок спостереження – вище і нижче місця скидання стічних вод. При моніторинзі озер і водосховищ такий підхід є недостатнім. Точок спостереження на озерах і водосховищах має бути декілька – поблизу водозабору і місць скидання стічних вод, у різних частинах водосховища, які відрізняються гідродинамічним і температурним режимом, глибиною, ступенем господарського навантаження тощо.

Суть *оптимізації фінансового, матеріально-технічного і кадрового забезпечення функціонування системи моніторингу* поверхневих та підземних вод зводиться до:

- ↪ розрахунку і складання кошторису моніторингу вод за трьома його варіантами (скороченим, повним і розширеним);
- ↪ визначення списку приладів, обладнання, матеріалів, реагентів тощо, необхідних для реалізації моніторингу;
- ↪ розрахунку оптимального штату кадрів, які працюватимуть у системі моніторингу і забезпечуватимуть функціонування кожної з його ланок.

Головними структурними елементами системи гідроекологічного моніторингу поверхневих та підземних вод є такі її складові:

- ✓ підсистема збору інформації щодо стану вод (вона представлена мережею об'єктів моніторингу);
- ✓ підсистема накопичення та прогнозування зміни стану водних об'єктів з блоками зберігання, пошуку, автоматизованої обробки, діагностування та прогнозування змін ситуації (інформаційний центр моніторингу);
- ✓ підсистема інформування споживачів про стан водних об'єктів (інформаційний центр моніторингу, зокрема його співпраця із засобами масової інформації, дослідними установами, управлінськими структурами через Інтернет, телекомунікації тощо);
- ✓ підсистема управління станом водних ресурсів та водогосподарських об'єктів, водокористуванням та водоохороною. Доцільним є створення Регіональних центрів моніторингу довкілля України.

Оптимізація організаційного забезпечення функціонування моніторингу поверхневих та підземних вод на регіональному рівні – це:

- ✧ створення центрів моніторингу при обласних Державних управліннях екології і природних ресурсів, обласних державних адміністраціях або при обласних Центрах з гідрометеорології;
- ✧ створення координаційної ради (комісії) з проблем моніторингу та залучення до її складу провідних науковців і практиків – фахівців з проблем моніторингу;
- ✧ облаштування створюваного центру потужними комп'ютерами з відповідним програмним забезпеченням, які даватимуть змогу оперативно опрацьовувати всю моніторингову інформацію;
- ✧ зобов'язання державних установ, що здійснюють моніторинг компонентів довкілля (обласні центри з гідрометеорології, Облводгоспи, гідрогеолого-меліоративні експедиції та інші служби) надавати моніторингову інформацію центрам моніторингу.

З метою забезпечення функціонування таких центрів доцільно вирішити організаційно-правові, матеріально-технічні, фінансові, кадрові та науково-методичні проблеми.

Основними напрямками використання інформації, отриманої в результаті діяльності *регіональної системи водного та гідроекологічного моніторингу* повинні виступати:

- ↪ оперативне забезпечення інформаційних потреб центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування у наданні відомостей про стан водних ресурсів та водних об'єктів для прийняття управлінських рішень, контролю за дотриманням вимог водоохоронного законодавства, екологічної безпеки, збереження водного середовища та раціонального водокористування;
- ↪ забезпечення прав населення регіону на отримання інформації про стан водних ресурсів та екологічний стан водних об'єктів у відповідності з Конституцією України та міжнародними конвенціями;
- ↪ задоволення запитів і потреб підприємств, установ, організацій в інформації про стан водних ресурсів для прийняття рішень щодо дотримання вимог екологічної безпеки та раціонального водокористування;
- ↪ інформаційне забезпечення відповідних державних органів, до компетенції яких відноситься виконання екологічних і водогосподарських зобов'язань України за міждержавними угодами;
- ↪ прогнозування (за результатами спостережень) можливих змін у водних екосистемах, медико-біологічних та соціальних наслідків діяльності у поєднанні з соціальними факторами, оцінка екологічних ризиків;
- ↪ моделювання шляхів досягнення екологічно безпечного стану та управлінських рішень з їх впровадження, створення багатofакторних моделей економічно доцільного та екологічно безпечного розвитку регіону;

- ↪ популяризація екологічних знань шляхом розширення використання можливих засобів масової інформації (створення спеціальних теле- та радіопрограм, інформаційних каналів Internet, видання відповідної літератури), доведення інформації про стан водних ресурсів регіону до населення та світової спільноти;
- ↪ підготовка інформації до проектів звітності про стан водних ресурсів та водогосподарських об'єктів регіону тощо.

Контрольні запитання

1. *Сформулюйте найважливіші проблеми функціонування та розвитку мережі моніторингу поверхневих і підземних вод України.*
2. *Окресліть суть організаційних проблем моніторингу вод.*
3. *Що визначило існування комплексу технічних проблем моніторингу підземних вод?*
4. *Проаналізуйте шляхи вирішення науково-методичних проблем моніторингу вод.*
5. *В чому полягає суть оптимізації фінансового, матеріально-технічного, кадрового забезпечення функціонування системи моніторингу вод?*
6. *Охарактеризуйте структурні елементи моніторингу поверхневих та підземних вод і шляхи їх оптимізації.*
7. *Які проблеми інформаційного забезпечення будуть вирішені при створенні регіональної системи моніторингу вод?*

Використана та рекомендована для самостійного опрацювання література

1. Аналітична записка щодо стану та перспектив розвитку державної системи моніторингу довкілля. Київ, 2023. 119 с. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/analitichna-zapyska-shhodo-stanu-ta-perspektyv-rozvytku-derzhavnoyi-systemy-monitoringu-dovkilliya/>.

2. Екологічний моніторинг регіону (експертна оцінка стану і функціонування): навчально-методичне видання / за ред. проф. Івана Ковальчука. Львів : Опілля, 2009. 608 с.
3. Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня / Затверджено Наказом Мінприроди України від 16.12.2005 р. №467. Київ: Мінприроди, 2005. 33 с.
4. Методичні рекомендації щодо змісту розроблення регіональних програм з охорони довкілля / затверджено Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України 11 липня 2023 року № 486. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0486926-23#Text>.
5. Ковальчук І. П., Курганевич Л. П. Гідроекологічний моніторинг : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 292 с.
6. Курганевич Л. П., Іванов Є.А. Моніторинг якості поверхневих вод Львівської області: стан і функціонування. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (з міжнародною участю) «Географія та екологія: наука і освіта». Умань : Візаві, 2020. С. 107-110.

РОЗДІЛ 12

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ МАЛОЇ РІЧКИ

Наводимо приклад варіанту модельної системи регіонального моніторингу на базі умовно вибраної ріки А. Програма узгоджена на Нараді польсько-української робочої групи з питань співпраці в галузі контролю середовища, яка відбулася 18-19 грудня 1995 року в м. Замосць (Польща).

12.1. Мета і завдання впровадження системи геоекологічного моніторингу малої річки

Поверхневі води нині належать до найбільш забруднених елементів навколишнього природного середовища. Усвідомлення зростаючої важливості проблем, пов'язаних з деградацією водного середовища, зумовлює необхідність обов'язкового проведення постійних моніторингових спостережень за якістю поверхневих вод, які надаватимуть інформацію про екологічний стан водного середовища та зміни, що в ньому відбуваються.

Геоекологічний моніторинг є інформаційною системою, яка створюється для отримання, накопичення та оброблення даних про якість водних ресурсів і причини їх виснаження та забруднення. Його завданням є також надання інформації, яка дозволяє провести оцінювання якості поверхневих вод у межах певного водозбірного басейну та забезпечує прийняття на її основі правильних господарських рішень, пов'язаних з водокористуванням.

Для найкращої прив'язки цілей і завдань моніторингу до реальної території необхідно попередньо висвітлити такі питання:

- дати характеристику водозбірного басейну, яка повинна включати:
 - опис географічних умов - геологічної будови, рельєфу, ландшафтних систем, продуктивних і гідрологічних властивостей ґрунтів, кліматичних умов (з докладною характеристикою атмосферних опадів);

- соціально-економічну характеристику (структуру використання земель, розміщення об'єктів промисловості, інфраструктури, сільського господарства, щільність населення тощо);
- характеристику типів річкових русел і режиму стоку води, наносів;
- опис гідротехнічних споруд, меліоративних заходів;
- виявити існуючі і потенційні джерела розсіяного і зосередженого забруднення, що передбачає здійснення:
 - кількісно-якісного обліку комунальних і промислових скидів стічних вод;
 - оцінки технічних рішень, які застосовують при очищенні стічних вод;
 - картографування зон впливу на річки забруднень, які поступають від площинних джерел і точкових об'єктів;
- зібрати інформацію про напрями економічного розвитку регіону (генеральні плани розвитку населених пунктів, промислових підприємств тощо).

При виборі місць розташування створів спостережень необхідно взяти до уваги:

- 1) розміщення існуючих контрольно-вимірювальних постів;
- 2) розташування головних джерел забруднення водних об'єктів;
- 3) соціально-економічні потреби регіону.

Головною *метою* програми геоекологічного моніторингу річки є отримання достовірної інформації про екологічний стан водних об'єктів, їхніх водозбірних басейнів, гідроекологічні процеси, що розвиваються в них, а також забезпечення координації дій, що здійснюються в окремих адміністративних, природно-господарських одиницях, створення екологічної інфраструктури та підвищення результативності охорони вод в межах усього басейну і річища ріки.

Завданням такого моніторингу буде отримання і надання інформації про:

- існуючий екологічний стан поверхневих вод у річці та її басейні й у водних екосистемах, приурочених до річки;
- екологічний стан допливів річки;
- кількість забруднень, що надходять у поверхневі води з водозбірного басейну;
- дебіт води у басейні, водний баланс, витрати річки і її допливів (максимальні, середні, мінімальні);
- якісно-кількісні зміни водних ресурсів, тенденції цих змін у часі і просторі (у зв'язку з реалізацією капіталовкладень в охорону вод в межах басейну).

Завдяки цій інформації стануть можливими:

- оцінка дій органів виконавчої влади, господарських суб'єктів (у контексті капіталовкладень в регіон, реалізованих в рамках екологічної політики, програми охорони вод, протиповеневого захисту угідь, поселень, населення, об'єктів господарства тощо), обґрунтування доцільності отримання і використання фінансових інвестицій на реалізацію водоохоронних процесорегулювальних заходів;
- аналіз процесів, що відбуваються у басейні, прийняття регіональних рішень щодо використання поверхневих вод та їхньої належної охорони;
- прогноз кількісних та якісних змін водних ресурсів у басейні річки;
- оцінка забрудненості поверхневих вод та донних відкладів особливо шкідливими речовинами (наприклад, важкими металами, радіонуклідами тощо);
- виявлення й оцінювання природних та антропогенних процесів і факторів, що впливають на якість вод (розсіяних та зосереджених джерел забруднення);
- виявлення тенденцій змін екологічного стану водних екосистем та їхніх водозбірних ландшафтів;

- накопичення даних, які дають можливість розробити стратегію охорони вод і покращання екологічного стану водних екосистем.

Комплексний моніторинг басейну ріки повинен доповнюватися моніторингом непроточних та підземних вод, а також вивченням донних відкладів у річках басейну.

12.2. Гідрологічна характеристика басейну річки

Географічні умови. У цьому розділі слід описати геологічну будову басейну, характерні особливості рельєфу, ландшафту, клімату, рослинності, оцінити запаси водних ресурсів у розрізі окремих ділянок басейну, які відрізняються між собою за зазначеними параметрами.

При описі *геологічної будови* басейну подається характеристика плейстоценових і корінних порід території та оцінюється їх вплив на формування рельєфу, гідрографічних елементів. Необхідно охарактеризувати породи зони аерації та водомісткі породи першого від поверхні водоносного горизонту з відображенням мінералогічного складу і потужності порід, що їх складають, водно-фізичних та фільтраційних властивостей. Необхідно також оцінити запаси корисних копалин на території басейну ріки, сучасний та перспективний видобуток яких істотно вплине на розвиток господарства і рівні підземних вод.

Характеристика геологічної будови має бути доповнена описом підземних вод різних типів, що залягають у гірських породах на різних глибинах та їх впливу на живлення річок, озер, ставків. Наводиться характеристика якості і поширення підземних вод та відображаються їх взаємозв'язки з поверхневими водами.

У *гідрометеорологічній* частині суттєвою складовою є характеристика атмосферних опадів та їх розподілу по території басейну, відмінностей верхньої і нижньої частин басейну за цим показником, що зумовлює особливості живлення ріки та підземних вод басейну. Слід навести дані про кліматичні умови басейну: температуру та вологість повітря, тривалість безморозного

періоду, напрями переважаючих вітрів, опади і характер їх розподілу протягом року, відобразити дати утворення і руйнування снігового покриву і льодоставу.



Світлина 12.1. Витоки р. Західний Буг – об’єкт гідроекологічних досліджень



Світлина 12.2. Гідропост на р. Західний Буг (с. Сасів, верхня течія).

Характер рослинного і ґрунтового покриву та морфологія рельєфу басейну, склад і властивості відкладів мають істотний вплив на відновлення запасів поверхневих і підземних вод зони аерації, їх забруднення, очищення тощо, тому подається детальна характеристика цих компонентів ландшафту.

Гідрографія та гідрометричні спостереження. У частині опису водних ресурсів басейну слід охарактеризувати гідрографічну мережу, утворену річками, каналами, озерами, ставками і водосховищами. Необхідно навести дані про природні і штучні водні об'єкти в басейні ріки. Істотне значення для водних ресурсів регіону можуть мати штучні канали, які з'єднують річки в межах басейну або даний басейн з річками інших басейнів.

Слід описати розташування досліджуваної річки по відношенню до річок вищого порядку, площу водозбірного басейну ріки, його поділ на річкові басейни площею більше 100 км², перелік приток, що збирають воду з найбільших територій. Порівняння площ басейнів, довжин річок і відстаней від їх гирла до гирла ріки вищого порядку, в межах басейну досліджуваної ріки доцільно подавати у табличній формі (табл. 12.1).

Таблиця 12.1

Довжина річок і площі їх водозбору в межах басейну ріки А

| № з/п | Басейн | Довжина ріки, км | Відстань від гирла досліджуваної ріки до гирла ріки вищого порядку, км | Площа басейну, км ² |
|-------|--------|------------------|--|--------------------------------|
| | | | | |

Підґрунтям для визначення кількості води, що стікає з басейну ріки, мають бути виміри рівнів води та періодичні вимірювання її витрат, які здійснюються гідрометеорологічною службою МНС України у гідрометричних створах, розташованих на ріці та її притоках. Мережа водомірних постів має бути достатньо щільною і надавати можливість оцінки величини витрат у головній ріці та її найважливіших допливах (притоках).

Інформацію про діючі водомірні пости в басейні ріки пропонується подати у вигляді таблиці (табл. 12.2).

Таблиця 12.2

Розміщення водомірних постів у басейні ріки А

| № з/п | Ріка | Населений пункт | Кілометр течії ріки (від гирла) | Нуль водомірного поста | Площа басейну, км ² |
|-------|------|-----------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------|
|-------|------|-----------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------|

На підставі існуючих результатів спостережень варто зібрати повну серію гідрометричних даних для водомірних постів, розміщених на ріці та її притоках. Це дасть можливість визначити середній багаторічний стік (m^3/c) з усього басейну та модуль стоку ($dm^3/c \cdot km^2$), що йому відповідає. Середньомісячні багаторічні характеристики стоку у водомірних профілях ріки та її приток можна представити у вигляді таблиці (табл. 12.3).

Таблиця 12.3

Середньомісячні багаторічні витрати води річок у басейні ріки А, м³/с

| № з/п | Водомірні пости | Місяці | | | | | | | | | | | | Рік | |
|-------|-----------------|--------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|--|
| | | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Дані щодо кількості річних атмосферних опадів та стоку річки за багаторічний період зіставляються із значенням складових водного балансу – опадів P (мм), стоку H (мм) і випаровування E (мм).

$$P = H + E$$

Участь підземного живлення у загальному стоці може змінюватися на різних ділянках басейну. Залежно від наявних гідрометеорологічних та гідрогеологічних матеріалів, можна визначити рівень підземного живлення у верхній і нижній частинах басейну. Маючи дані про стік за багаторічний період, можна встановити, в який рік (чи роки) спостерігалися найвищі, найменші і середні показники стоку. Ті самі показники можна визначити і для сезонів, тобто встановити в якому місяці (чи місяцях) спостерігався найбільший і найменший стік води.

Порівняння характеристик стоку – мінімального, середнього з мінімальних, середнього, середнього з максимальних і максимального,

виконане на підставі опублікованих даних за багаторічний період для вибраних водомірних профілів на ріці А, можна подати у табличному вигляді (табл. 12.4). У таблиці (табл. 12.5) наводять значення стоку певного забезпечення.

Таблиця 12.4

Характерні багаторічні витрати ріки А, м³/с

| Місяці/показники | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | Рік |
|------------------------------|-----|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
| Водомірний пост... | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Q_{мін.}</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Q_{мін.сер.}</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Q_{сер.}</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Q_{макс.сер.}</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Q_{макс.}</i> | | | | | | | | | | | | | |

Q_{мін.} – найменша з виміряних витрат.
Q_{мін.сер.} – середня з найменших витрат.
Q_{сер.} – середня багаторічна витрата.
Q_{макс.сер.} – середня з найбільших витрат.
Q_{макс.} – найбільша з виміряних витрат.

Таблиця 12.5

Середньомісячні і середньорічні витрати (м³/с) певного забезпечення Q_p, %

| Q _p , % | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | Рік |
|--------------------|-----|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
| Водомірний пост... | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | | | | |
| 99 | | | | | | | | | | | | | |

12.3. Головні джерела забруднення поверхневих вод

Інвентаризація зосереджених джерел забруднення. В цьому розділі слід навести (табл. 12.6) перелік зосереджених джерел забруднення поверхневих вод у басейні ріки. Цей перелік складають на підставі даних інвентаризації джерел забруднення, виконаної організацією, що здійснює моніторинг. Підґрунтям такої роботи можуть бути картки скидів (табл. 12.7).

Таблиця 12.6

Перелік джерел забруднення поверхневих вод у басейні ріки А

| № з/п | Населений пункт і назва промпідприємства | Водокористувач | Відстань від гирла, км | Очисні споруди | |
|-------|--|----------------|------------------------|----------------|-------------|
| | | | | вид | потужність, |
| | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---------------------------|
| | | | | | <i>м³/добу</i> |
| | | | | | |

Оновлення змісту карток, а за ними й інформації про скиди, виконуватиметься згідно з даними контролю, проведеного на підприємствах силами інспекторів з охорони навколишнього середовища.

Таблиця 12.7

Картка скидів

| | | |
|---|---|-----------------------|
| 1. Код підприємства | | |
| 1.1. Назва підприємства | | |
| 1.2. Поштова адреса | | |
| 2. Дозвіл на спеціальне водокористування | | |
| № | | |
| Виданий | | |
| Дійсний | | |
| 3. Характеристика забруднення | Середня концентрація, мг/дм ³ | Загальний скид, т/рік |
| 3.1. БСК ₅ | | |
| 3.2. ХСК _{Мп} (перманганатна) | | |
| 3.3. ХСК _{Cr} (біхроматна) | | |
| 3.4. Хлориди | | |
| 3.5. Сульфати | | |
| 3.6. Загальний азот | | |
| 3.7. Загальний фосфор | | |
| 3.8. Фосфати | | |
| 3.9. Інші показники | | |
| 4. Вид зворотних вод | комунальні, промислові, зливі (підкреслити) | |
| 5. Розташування (назва адміністративної одиниці, населений пункт, сільрада) | | |
| 5.1. Назва ріки | | |
| 5.2. Кілометр ріки (від гирла) | | |
| 5.3. Береги: | | |
| лівий / правий | | |
| 5.4. Категорія басейну (ріки) | | |
| 5.5. Назва басейну/ріки вищої категорії | | |
| 6. Очисні споруди | | |
| 6.1. Тип очисних споруд | | |
| 6.2. Потужність | | |
| 6.3. Обладнання, яке входить до складу об'єкта | | |
| 6.4. Площа об'єкта, га | | |
| 6.5. Інші дані | | |
| 7. Контроль роботи очисних споруд | | |
| 7.1. Дата проведення контролю | | |
| 8. Примітки | | |

У результаті проведеної таким чином інвентаризації необхідно здійснити якісний та кількісний поділ об'єктів, що скидають комунальні і промислові

стічні води, на великі і малі, що дозволить оцінити внесок окремих скидів у загальне забруднення поверхневих вод у басейні ріки.

Необхідно також проаналізувати кількісні зміни скидів зворотних вод у часі та причини таких змін, наприклад:

- економічний спад, який торкнувся деяких підприємств (частина з них, можливо, зменшила виробництво, змінила профіль або взагалі закрилася);
- висока плата за забруднення довкілля, яка зумовила здійснення модернізації деяких підприємств (наприклад, впровадження оборотних систем водопостачання тощо);
- інші передумови.

Важливим є аналіз об'єктів, які становлять найбільшу загрозу для водних екосистем з позиції обсягів скиду, а також визначення їх відсоткового внеску у загальний обсяг скиду з усіх джерел забруднення басейну.

Оскільки показником небезпечності підприємства не завжди є обсяг скинутих ним стічних вод (вирішальним може бути також їх склад), у формі (табл. 12.8) можна подати перелік тих підприємств, які найбільше впливають на якість поверхневих вод у басейні через скиди забруднювальних речовин зі своїми стічними водами. В цій таблиці слід відобразити характеристику стічних вод, що скидаються в поверхневі водні об'єкти.

Таблиця 12.8

Перелік підприємств, що мають очисні споруди потужністю більше 30 м³/добу й істотним чином впливають на якість поверхневих вод у басейні ріки А

| № з/п | Назва підприємства | Обсяг скиду Q _{сер.} м ³ /добу | Характеристика забруднення зворотних вод, г/м ³ | | | | | | | |
|-------|--------------------|--|--|-------------------|------------------|------------------|---------|----------------|----------------|----------------|
| | | | БСК ₅ | ХСК _{Cr} | завислі речовини | фосфор загальний | фосфати | азот загальний | азот амонійний | азот нітритний |
| | | | | | | | | | | |

Розсіяні джерела забруднення. З метою додаткового поліпшення якості води в річці необхідно також забезпечити контроль розсіяних по поверхні водозбору джерел забруднення. Необхідно розглянути гідрогеологічні процеси,

які можуть бути причиною попадання в річку біогенних і токсичних забруднень.

Ріка у своєму руслі транспортує:

- розчинений матеріал – доставлений до річки схиловим стоком атмосферних опадів і підземними водами, а також скидами промислових і комунальних стічних вод;
- розчинений в результаті взаємодії руслового потоку з ложем річища;
- завислі та колоїдні органічні і неорганічні речовини;
- матеріал придонного твердого стоку річок, продукти донної і бічної ерозії.

Отже, явище територіального забруднення поверхневих вод тісно пов'язане з поверхневим стоком, інфільтрацією та розмиванням геологічного субстрату і ґрунтів (ерозією).

Обсяг поверхневого стоку залежить від таких факторів та умов, як:

- інтенсивність і тривалість дощів, танення снігу;
- інтенсивність і тривалість дощових паводків;
- структура підстелюючих порід (залежно від потужності і пористості ґрунту і підґрунтя, він може поглинати певну кількість опадів і тільки після вичерпання його водоутримуючої ємності власне й розпочинається поверхневий стік);
- похил і площа поверхні водозбору;
- характер, властивості рослинного покриву та спосіб обробітку земельних угідь території.

Вплив останніх чинників є дуже значним. Рослинність утримує велику частину опадів і, становлячи перешкоду, зменшує швидкість руху води, що стікає схилом. Рослинний покрив також впливає на структуру ґрунту, особливо на його пористість. На заліснених схилах поверхневий стік є дуже малим, а інфільтрація – у 200-500 разів більшою, ніж на сільськогосподарських угіддях. Набагато більший стік спостерігається на задернованих схилах (луки,

пасовища) та на схилах, зайнятих орними землями (особливо просапними культурами).

Вимивання, розчинення солей і мінералів є процесом перенесення продуктів вивітрювання гірських порід періодичними опадами, що становить значну проблему, особливо на бідних рослинністю територіях. Факторами, що впливають на інтенсивність вимивання, є:

- 1) кількість та інтенсивність дощових опадів та перебіг відлиг;
- 2) похил, довжина і форма схилу (вимивання спостерігається на схилах з кутом нахилу від двох градусів і більше);
- 3) щільність і водопроникність ґрунтів (позбавленні рослинності схили із щільних відкладів з малою проникністю зазнають найсильнішого розмивання і вимивання);
- 4) рослинність:
 - луки і пасовища запобігають розмиванню поверхні і вимиванню поживних елементів завдяки дерновому покриву;
 - ліси ускладнюють розмивання поверхні, вимивання поживних елементів, але не запобігають йому;
 - найбільш інтенсивне розмивання поверхні та вимивання спостерігається на орних землях.

Розглядаючи надходження у поверхневі води токсичних і біогенних речовин, слід брати до уваги вищеназвані та інші гідрологічні і гідрогеологічні процеси. Джерелами цього забруднення можуть бути:

- від сільського господарства:
 - хімізація сільськогосподарського виробництва (застосування добрив та засобів захисту рослин, боротьби зі шкідниками);
 - інтенсифікація зрошення;
 - одночасний збір урожаю на великих площах;
- від лісового господарства – головним чином наслідки рубок лісу.

Охорона поверхневих вод від забруднення розсіяними джерелами може полягати в наступному:

- ↪ у будівництві біологічних бар'єрів (утворення смуг захисних зелених насаджень вздовж берегової лінії може зменшити надходження в річку токсичних і біогенних елементів на 40-50 %);
- ↪ у належному веденні господарства (в тому числі сільського) в усьому басейні (наприклад, відновлення водойм на малих річках і балках, зменшення поверхневого стоку, оранка впоперек схилу, терасування схилів, контурно-меліоративна організація сільськогосподарського землекористування, заліснення еродованих земель тощо).

Необхідно також передбачити можливість розширення програми моніторингу в басейні ріки дослідженнями донних відкладів на деяких річках. Такі дослідження потрібні з огляду на тривале скидання у ці водні об'єкти неочищених стічних вод, що призвело до накопичення значної кількості осади́в, особливо на приміських ділянках басейну (це необхідно підтвердити відповідними дослідженнями).

12.4. Програма моніторингу

Перевірка стану існуючих створів спостережень та встановлення нових. У випадку, якщо на ріці вже існують створи спостережень, слід провести перевірку з позицій їх придатності для потреб здійснення моніторингу якості поверхневих вод.

Перелік існуючих та запропонованих для встановлення додаткових створів у рамках програми моніторингу можна подати у формі таблиць (табл. 12.9, 12.10).

Таблиця 12.9

Перелік існуючих створів спостережень у басейні ріки А

| Код створу | Назва ріки | Розташування створу (населений пункт або гирло приток) | Кілометр річки | Географічні координати створу | |
|------------|------------|--|----------------|-------------------------------|--------|
| | | | | довгота | широта |
| | | | | | |

**Перелік додаткових створів спостережень, запропонованих в рамках даної
„Програми...”**

| Код створу | Розташування створу (населений пункт або гирло приток) | Кілометр річки | Географічні координати створу | |
|--|---|----------------|-------------------------------|--------|
| | | | довгота | широта |
| РІКА І ГИРЛА ПРИТОК | | | | |
| Адміністративна одиниця..... Кількість створів..... Довжина ріки..... км | | | | |
| | | | | |

Розташування створів спостережень має створювати можливість визначення:

- залежності між витратами та якістю води для конкретних створів;
- вплив окремих населених пунктів та підприємств на якість води;
- вплив сільськогосподарської, лісогосподарської, рекреаційної, водогосподарської, гірничо-промислової, будівельної діяльності, інших чинників на екологічний стан і функціонування річки та її басейну.

У випадку моніторингу басейну ріки розміщення створів спостережень слід узалежнити від таких умов:

- розташування головних зосереджених джерел забруднення (на підставі результатів інвентаризації джерел забруднення, яку необхідно провести до встановлення місць створів спостережень);
- гідрологічної характеристики водного об'єкта та особливостей гідрографічної мережі у водозбірному басейні ріки;
- наявної гідрологічної документації;
- розміщення існуючих та запланованих гідротехнічних об'єктів;
- існування розсіяних джерел забруднення;
- самоочисного потенціалу водних об'єктів.

При виборі місць розміщення створів спостережень необхідно брати до уваги такі обмеження, як наявність під'їзних шляхів до створу (заболочені чи зарослі чагарниками береги, наявність доріг, мостів та ін.), можливість відбору проб із стрижня потоку та при різних погодних умовах тощо.

У таблиці (табл. 12.11) запропоновані форма і зразок подання інформації про створи спостережень та скиди зворотних вод, яка наочно ілюструє доцільність проведення моніторингу якості поверхневих вод на ділянці річки.

Детальна програма і методи досліджень для кожного створу. Ефективність моніторингу якості поверхневих вод залежить від переліку параметрів, що визначатимуться у пробах, відібраних на мережі створів спостережень та оптимального визначення періодичності відбору проб.

Таблиця 12.11

Перелік створів спостережень та скидів зворотних вод у басейні ріки А

| Код створу або скиду | Географічні координати | Розташування створу | Назва притоки або джерела забруднення | Відстань від гирла до створу чи скиду, км | Періодичність спостережень (за рік) | Виконавець спостережень |
|----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| 56п-1п | x=27°50'19" y=51°33'44" | за 0,5 км вище скиду | | 102,5 | 12 | державне управління охорони НПС |
| 56001 | x= y= | населений пункт А | підприємство Б | 102 | 1 раз у 2 тижні | лабораторія підприємства |
| 56п-2п | x= y= | за 0,5 км нижче скиду | | 101,5 | 12 | державне управління охорони НПС |

Частота відбору проб повинна враховувати мету досліджень, складність аналізованого об'єкта та використовувати методіку інтерпретації результатів.

Оптимальними були б 24 пробовідбори протягом гідрологічного року, проте така частота призводить до значного зростання вартості моніторингових спостережень. Тому можна обмежити кількість пробовідборів до 12 протягом гідрологічного року (в крайньому випадку періодичність відбору проб не повинна бути меншою 7 – в основні фази гідрологічного режиму ріки). В окремих, особливо важливих створах спостережень можуть бути встановлені автоматичні станції вимірювання якості води. Зразок розкладу відбору проб води з ріки наведений у таблиці (табл. 12.12).

Розклад відбору проб з ріки А

| № з/п | Створи спостережень | Місяці | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|--------|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| <i>Адміністративна одиниця....</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 57-1 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | 57-2 | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + |
| 3 | 57-3 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

Обсяг аналітичних досліджень проб води, відібраних на мережі моніторингу в басейні ріки, повинен відповідати таким вимогам:

- містити перелік параметрів, які обов'язково визначаються у державній системі моніторингу вод (головні параметри: органолептичні показники, рН, БСК₅, ХСК_{Мп}, ХСК_{Сг}, твердий залишок, концентрації завислих речовин, розчиненого кисню, азоту амонійного, нітратного, нітритного, фосфатів, головних йонів, мінералізації води, лужності, твердості, колі-титру тощо);
- містити перелік додаткових показників забруднень (наприклад, важких металів, радіонуклідів, пестицидів тощо), вміст яких може бути зумовлений особливостями джерел забруднення або специфічними природними умовами, характерними для даної ділянки місцевості чи басейнової системи.

Рекогносцирувальні дослідження, що охоплюватимуть повний обсяг визначень, повинні проводитися протягом перших трьох місяців реалізації „Програми...”, після чого буде виконано оцінку циклічності досліджень, обсягу визначень (при цьому можлива відмова від визначення деяких показників) та встановлено оптимальну тривалість періоду проведення подальших спостережень. Оцінку здійснює організація, яка проводить моніторинг за погодженням з координатором моніторингових робіт.

Дослідження, що здійснюватимуться в лабораторії, мають виконуватися згідно з нормативними дослідницькими (державні норми, затвержені методики, відомчі нормативи) та авторськими процедурами. Авторські

процедури опрацьовуються на підставі міжнародних норм і методик, розроблених природоохоронними організаціями, а також рекомендацій, що пропонуються виробниками контрольно-вимірювальної апаратури. Перелік методик і процедур, що застосовуються в лабораторіях, можна подати у формі таблиці (табл. 12.13).

Таблиця 12.13

Перелік методик, за допомогою яких виконуються дослідження

| № з/п | Показник, що визначається | Методики, норми та інструкції, що використовуються для виконання досліджень | Примітки |
|-------|---------------------------|---|----------|
| | | | |

Успіх реалізації „Програми...” залежатиме також від наявної у лабораторії контрольно-вимірювальної апаратури, яка буде використана при проведенні аналітичних досліджень.

Тут також, як і в дослідницьких методах і процедурах, повинна бути забезпечена певна уніфікація. Для її реалізації слід інвентаризувати кількісний та якісний склад наявних контрольно-вимірювальних приладів (табл. 12.14), які використовуються при дослідженнях поверхневих вод. При цьому може виникнути потреба у додатковому обладнанні.

Таблиця 12.14

Перелік контрольно-вимірювальних приладів, що використовуватимуться для досліджень

| № з/п | Назва приладу | Тип, марка | Рік виготовлення | Призначення |
|-------|---------------|------------|------------------|-------------|
| | | | | |

Якщо ріка перетинає територію більш ніж однієї адміністративної одиниці, де аналітичні вимірювання виконуються різними організаціями, при плануванні моніторингу слід взяти до уваги певні специфічні умови.

В цьому випадку слід застосовувати дещо інші правила здійснення вимірів. Особливу увагу слід звернути на створи, які розташовані на межі областей. У цих створах виміри повинні дублюватися або ж передаватися для контрольного аналізу організаціям із сусідніх областей.

Обов'язковість застосування такого способу досліджень впливає з того факту, що при дослідженнях того самого показника двома різними лабораторіями може скластися ситуація, коли:

⇒ аналізи проводяться за різними методиками;

⇒ різною є точність вимірювальної апаратури.

Тому лабораторіям із сусідніх областей слід узгодити відбір певної кількості проб за часом та місцем і порівняти отримані результати. Це дозволить уникнути ситуацій (неприпустимих для наступної інтерпретації результатів), коли річка після перетину кордону адміністративної одиниці діаметрально змінює параметри якості води (наприклад, в межах декількох показників чи одного показника).

Оцінку якості проведених цими організаціями досліджень у таких специфічних умовах проводять на першому (рекогносцирувальному) етапі робіт (після першого кварталу) з погодженням цього виду контролю з координатором.

12.5. Результати моніторингу геоecологічного стану річки

Спираючись на опубліковані та архівні матеріали різних організацій і служби моніторингу, корисно було б підготувати інформацію про гідрологічний режим річки, її гідроекологічний стан і геоecологічний стан водозбірною басейну з використанням гідрометричних, гідрогeологічних, метеорологічних і гідрохімічних даних за багаторічний період. В ній має бути описаний досить тривалий період часу, що дозволить оцінити стан і тенденції змін у природному середовищі водозбору та його компонентів, а також у водній сфері басейну ріки.

Для підготовки такої монографії необхідно залучити фахівців з різних галузей знань: гідрології, гідрогeології, геоморфології, лімнології, гідрохімії, кліматології, ландшафтознавства, екології, гідробіології, водного господарства, охорони навколишнього природного середовища тощо. Добре було б підготувати монографію, яка б відображала екологічний стан річки та її

басейну і базувалася б на якісних вихідних моніторингових матеріалах, які пройшли комп'ютерну обробку і мають наукове та практичне значення, що сприятиме виробленню системного підходу до водного господарства та охорони навколишнього середовища у басейні річки.

До загального змісту такої монографії доцільно включити наступні розділи:

Вступ (актуальність, мета і завдання монографії).

1. Проблематика монографії й основні публікації з досліджуваних питань аналізованого об'єкта.
2. Геопросторові чинники та особливості водообігу (геологічна будова, рельєф, ландшафти, ґрунти, рослинність, використання земель, охорона земельних ресурсів).
3. Кліматичні умови водообігу (повітряні маси, що формують погоду, опади та їх сезонні і річні коливання, температура повітря, випаровування).
4. Підземні води (умови залягання, інфільтрація опадів, напрями руху та динаміка підземних вод, виходи підземних вод на земну поверхню (джерела), запаси підземних вод та їх різноманіття, експлуатація підземних вод та їх охорона, якість вод, джерела зосередженого та розосередженого забруднення підземних вод і можливості його попередження).
5. Поверхневі води: ріки та озера, інші водні об'єкти (річкова мережа та її антропогенні зміни, поділ басейну та його морфометрична характеристика, озера, ставки, водосховища та їхня характеристика, заболочені території, їх меліорація).
6. Стік (спостереження за рівнями води, динаміка рівнів води, середні, екстремальні та ймовірні витрати, межень і повінь, річковий стік, структура стоку, річна і сезонна змінність стоку, роль підземних вод у живленні річок; температурний режим поверхневих вод і льодові

- явища, ерозія і стік наносів, якість поверхневих вод, екологічний стан річки, ставка, водосховища, озера).
7. Водний баланс (оцінка просторових і часових змін водних ресурсів з урахуванням існуючого і перспективного використання води).
 8. Фактори негативного впливу на водні ресурси і водні екосистеми: комунальні та промислові скиди, викиди і відходи; забір води з водних об'єктів; хімізація сільського господарства і хімізм поверхневих та підземних вод; інвентаризація джерел забруднення з оцінкою можливостей нейтралізації негативного впливу на довкілля, використання зворотних вод після очищення; могильники і створювані ними небезпеки; водна меліорація, оцінка самоочисної здатності середовища.
 9. Водне господарство (забезпечення міст, сіл, промисловості і сільського господарства водою; території можливих майбутніх проблем з водним господарством; території з надлишком та нестачею водних ресурсів – можливості протидії, шляхи вирішення сучасних і майбутніх водних проблем).
 10. Результати моніторингу навколишнього природного середовища басейнової і річкової системи - атмосферного повітря, вод, ґрунтів, ландшафтів та біологічних ресурсів.
 11. Екологічний стан річки (гідрохімічна характеристика; гідробіологічна характеристика; інтегральна оцінка якості водних ресурсів річки; стан водних екосистем річки).
 12. Шляхи оптимізації геоекологічної, гідроекологічної ситуації та природокористування у річково-басейновій системі.

Висновки.

Література.

Контрольні запитання

1. Головна мета і завдання програми гідроекологічного моніторингу річки.

2. Які основні розділи включає програма гідроекологічного моніторингу ріки?
3. Що потрібно враховувати при виборі місць розташування створів гідроекологічних спостережень?
4. Як проводити дослідження джерел забруднення ріки?
5. Від чого залежить частота відбору проб води при здійсненні моніторингових досліджень?
6. Назвіть головні способи відображення результатів моніторингових досліджень?

**Використана та рекомендована для самостійного опрацювання
література**

1. Водний моніторинг річки Свиня. Жовква, 1999. 98 с.
2. Геоєкологічний моніторинг Хмельницької урбосистеми: монографія / Дзюблюк Т. та ін.; за ред. проф. І. Ковальчука. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 108 с.
3. Геоєкологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
4. Екологічний моніторинг регіону: експертна оцінка стану і функціонування / За ред. д.г.н., проф. І. Ковальчука / І. Ковальчук, П. Волошин, А. Михнович та ін. Львів : Опілля, 2009. 608 с.
5. Курганевич Л. П., Шіпка М. З. Моніторинг якості вод басейнової геосистеми Полтви. Вісник Львів. ун-ту. Сер. географ. 2013. Вип. 46. С. 251-260.
6. Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: навчальний посібник. Рівне : Рівненська друкарня, 2000. 504 с.
7. Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля. Рівне : Рівненська друкарня, 2002. 460 с.

8. *Петровська М. А.* Охорона вод (санітарні норми і правила) : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 205 с.
9. *Пилипович О. В., Ковальчук І. П.* Геоєкологія річково-басейнової системи верхнього Дністра : монографія / за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Львів-Київ : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 284 с.
10. Програма регіонального моніторингу поверхневих вод басейну вибраної річки. Замость : Бібліотека Моніторингу Середовища, 1996. 80 с.
11. *Шіпка М. З., Курганевич Л. П.* Геоєкологічний аналіз річково-басейнової системи Полтви : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2023. 184 с.

Перелік нормативних документів у сфері моніторингу вод

1. Водна стратегія України на період до 2050 року. / Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>.
2. Водний кодекс України від 6 червня 1995 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
3. Закон України «Про інформацію» від 2 жовтня 1992 року № 2657-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text>.
4. Закон України: Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення, 2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text>.
5. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 5 червня 2014 року № 1314-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text>.
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 11 вересня 1996 р. № 1100 «Про затвердження Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких у водні об'єкти нормується». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1100-96-%D0%BF#Text>.
7. Постанова Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999. № 465 «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 18 травня 2017 р. № 336 «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/336-2017-%D0%BF#Text>.
9. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 квітня 2018 р. № 247 «Про затвердження Порядку розроблення плану управління ризиками затоплення». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/247-2018-%D0%BF#Text>.
10. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>.
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 13 червня 2024 р. № 684 «Деякі питання функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/684-2024-%D0%BF#Text>.
12. Наказ Державної служби з надзвичайних ситуацій від 3 грудня 2015 року № 609 «Про затвердження Методичних рекомендацій з ведення державного водного кадастру за розділом «Поверхневі води»». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0609388-15#Text>.
13. Наказ Мінприроди України від 06.02.2017 р. № 45. «Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів

- поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0235-17#Text>.
14. Наказ Мінприроди від 03.03.2017 № 103 «Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17#Text>.
 15. Наказ Мінприроди України від 14.01.2019 р. № 4. «Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19#Text>.
 16. ДСанПіН 2.2.4-171-10: Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною / Затверджено наказом МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>.
 17. ДСП 173-96: Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів: Додаток 11 «Гігієнічні вимоги до складу та властивостей води водних об'єктів в пунктах господарсько-питного і культурно-побутового водокористування» / Затверджено наказом МОЗ України від 19.06.1996 р. №173, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>.
 18. ДСТУ 3517:2024. Гідрологія суходолу. Терміни та визначення основних понять. Київ : УкрНДНЦ, 2024.
 19. ДСТУ 3041-95. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни та визначення.
 20. ДСТУ 3831-98. Охорона навколишнього природного середовища. Автоматизовані системи контролю якості природних вод. Типи та основні вимоги.
 21. ДСТУ 3832-98. Охорона навколишнього природного середовища. Автоматизовані системи контролю стічних вод. Типи та основні вимоги.
 22. ДСТУ 4808:2007: Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=53159.
 23. ДСТУ 7525:2014: Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ : Мінекономрозвитку України. 28 с.
 24. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії.
 25. ДСТУ 2439:2018: Хімічні елементи та прості речовини. Терміни та визначення основних понять, назви й символи». Київ : ДП УкрНДНЦ, 2019. 12 с.
 26. КНД 211.0.0.050-96. Зовнішній контроль якості вимірювань проб об'єктів довкілля. Основні положення.
 27. КНД 211.1.0.009-94. Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних та технологічних вод. Основні положення.
 28. КНД 211.1.2.008-94. Гідросфера. Правила контролю складу і властивостей стічних та технологічних вод.

Показники

здійснення державного моніторингу масивів поверхневих вод

| Найменування суб'єкта моніторингу | Найменування показника |
|---|--|
| Діагностичний моніторинг | |
| <i>Річки</i> | |
| Державна служба з надзвичайних ситуацій | <p><u>біологічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - фітопланктон; - мікрофітобентос (діатомові); - судинні рослини; - донні макробезхребетні; - риби. <p><u>хімічні та фізико-хімічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - температура; - розчинений кисень; - мінералізація; - питома провідність, електропровідність; - водневий показник; - біологічне споживання кисню; - хімічне споживання кисню; - нітроген загальний; - нітроген амонійний; - нітроген нітратний; - нітроген нітритний; - фосфор загальний; - фосфор ортофосфатів. |
| Державне агентство водних ресурсів | <p>специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини)</p> <p>специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини)</p> <p>забруднюючі речовини згідно з переліком забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Державне агентство водних ресурсів</p> | <p>вод, що затверджується Міндовкілля</p> <p>хімічні та фізико-хімічні (для масивів поверхневих вод, забір води з яких для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення в середньому протягом року становить більше ніж 100 куб. метрів на добу)</p> <p>усі зазначені хімічні та фізико-хімічні показники (менше ніж 10 тис. осіб/щокварталу)</p> <p>речовини, які можуть вплинути на якість питної води (від 10 тис. до 30 тис. осіб/двічі протягом кварталу та більше 30 тис. осіб/ щомісяця)</p> |
| <p>Державна служба з надзвичайних ситуацій</p> | <p><u>гідроморфологічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - гідрологічний режим; - неперервність річки; - морфологічні умови. |
| <p><i>Озера</i></p> | |
| <p>Державна служба з надзвичайних ситуацій</p> | <p><u>біологічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - фітопланктон; - мікрофітобентос (діатомові); - судинні рослини; - донні макробезхребетні; - риби. <p><u>хімічні та фізико-хімічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - температура; - розчинений кисень; - мінералізація; - питома провідність, електропровідність; - водневий показник; - біологічне споживання кисню; - хімічне споживання кисню; - нітроген загальний; - нітроген амонійний; - нітроген нітратний; - нітроген нітритний; - фосфор загальний; - фосфор ортофосфатів; |

| | |
|---|--|
| | - прозорість. |
| Державне агентство водних ресурсів | <p>специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини)</p> <p>специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини)</p> <p>забруднюючі речовини згідно з переліком забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод, що затверджується Міндовкілля</p> |
| Державне агентство водних ресурсів | <p>хімічні та фізико-хімічні (для масивів поверхневих вод, забір води з яких для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення в середньому протягом року становить більше ніж 100 куб. метрів на добу)</p> <p>усі зазначені хімічні та фізико-хімічні показники (менше ніж 10 тис. осіб/щокварталу)</p> <p>речовини, які можуть вплинути на якість питної води (від 10 тис. до 30 тис. осіб/двічі протягом кварталу та більше 30 тис. осіб/щомісяця)</p> |
| Державна служба з надзвичайних ситуацій | <p><u>гідроморфологічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - гідрологічний режим; - морфологічні умови; - структура берега озера. |
| <i>Перехідні води</i> | |
| Державна служба з надзвичайних ситуацій | <p><u>біологічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - фітопланктон; - мікрофітобентос (діатомові); - судинні рослини та макроводорості; - донні макробезхребетні; - риби. |

| | |
|---|---|
| | <p><u>хімічні та фізико-хімічні:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - температура; - розчинений кисень; - мінералізація; - питома провідність, електропровідність; - водневий показник; - біологічне споживання кисню; - хімічне споживання кисню; - нітроген загальний; - нітроген амонійний; - нітроген нітратний; - нітроген нітритний; - фосфор загальний; - фосфор ортофосфатів; - прозорість. |
| <p>Державне агентство водних ресурсів</p> | <p>специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини)</p> <p>специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини)</p> <p>забруднюючі речовини згідно з переліком забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод, що затверджується Міндовкілля</p> |
| <p>Державне агентство водних ресурсів</p> | <p>хімічні та фізико-хімічні (для масивів поверхневих вод, забір води з яких для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення в середньому протягом року становить більше ніж 100 куб. метрів на добу)</p> <p>усі зазначені хімічні та фізико-хімічні показники (менше ніж 10 тис. осіб/щокварталу)</p> <p>речовини, які можуть вплинути на</p> |

| | |
|---|--|
| | якість питної води (від 10 тис. до 30 тис. осіб/двічі протягом кварталу та більше 30 тис. осіб/щомісяця) |
| Державна служба з надзвичайних ситуацій | <u>гідроморфологічні:</u> - морфологічні умови. |
| <i>Прибережні води</i> | |
| Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України | <u>біологічні:</u> - фітопланктон; - покритонасінні; - макроскопічні водорості; - донні макробезхребетні. <u>хімічні та фізико-хімічні:</u> - температура; - розчинений кисень; - водневий показник; - біологічне споживання кисню; - нітроген загальний; - нітроген амонійний; - нітроген нітратний; - нітроген нітритний; - фосфор загальний; - фосфор ортофосфатів; - прозорість. специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини) специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини) забруднюючі речовини згідно з переліком забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод, що затверджується Міндовкілля |
| Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України | <u>гідроморфологічні:</u> - морфологічні умови. |
| Операційний моніторинг | |
| Державна служба з надзвичайних ситуацій | біологічні |

| | |
|--|--|
| ситуацій (крім прибережних вод) | |
| Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (прибережні води) | установлюються за результатами діагностичного моніторингу |
| Державна служба з надзвичайних ситуацій (крім прибережних вод) | хімічні та фізико-хімічні |
| Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (прибережні води) | установлюються за результатами діагностичного моніторингу для показників, що не відповідають екологічним цілям, та/або за результатами дослідницького моніторингу |
| Державне агентство водних ресурсів | хімічні та фізико-хімічні (для масивів поверхневих вод, забір води з яких для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення в середньому протягом року становить більше ніж 100 куб. метрів на добу) показники такі самі, як для діагностичного моніторингу речовини, які можуть вплинути на якість питної води |
| Державна служба з надзвичайних ситуацій (крім прибережних вод) | гідроморфологічні |
| Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (прибережні води) | показники та періодичність такі самі, як для діагностичного моніторингу |

Показники

здійснення державного моніторингу масивів підземних вод

| Найменування суб'єкта моніторингу | Найменування показника |
|-----------------------------------|--|
| Діагностичний моніторинг | |
| Держгеонадра | <p>рівні</p> <p>температура</p> <p>окисно-відновний потенціал</p> <p>перманганатна окиснюваність</p> <p>мініралізація</p> <p>макрокомпоненти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кальцій - магній - натрій - калій - гідрокарбонатні іони - ферум загальний - флуор <p>мікрокомпоненти</p> <p>забруднюючі речовини специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини)</p> <p>специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (уран, радій, радон та інші речовини)</p> |
| Операційний моніторинг | |
| Держгеонадра | <p><u>Гідрогеологічний режим:</u></p> <p>рівні підземних вод</p> <p>жорсткість загальна, карбонатна, некарбонатна</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>мінералізація</p> <p>феноли</p> <p>нафтопродукти</p> <p>синтетичні поверхнево-активні речовини</p> <p>макрокомпоненти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - гідрокарбонатні іони; - кальцій; - калій; - магній; - натрій; - силіцій; - ферум загальний; - флуор <p>мікрокомпоненти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - алюміній - аргентум - берилій - кобальт - купрум - манган - молібден - нікель - селен - стронцій - хром - цинк <p>забруднюючі речовини</p> <p>специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини)</p> <p>специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (уран, радій, радон та інші речовини)</p> |
|--|---|

Показники

здійснення державного моніторингу морських вод

| Найменування суб'єкта моніторингу | Найменування показника |
|---|---|
| Моніторинг морських вод | |
| Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України | <p><u>Біологічні</u></p> <p>хлорофіла:</p> <ul style="list-style-type: none"> - концентрація; - просторовий розподіл <p>фітопланктон:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чисельність; - біомаса; - видовий склад; - просторовий розподіл; - кількість видів; - кількість родин; - інвазивні види; <p>зоопланктон:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чисельність; - біомаса; - видовий склад; - просторовий розподіл; - кількість видів; - кількість родин; - інвазивні види <p>покритонасінні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чисельність; - біомаса; - видовий склад; - просторовий розподіл; - розподіл та проективне покриття дна: - домінуючі види; - види, що підлягають особливій охороні; - види, що перебувають під загрозою зникнення; - інвазивні види; - морфологічна та вікова |

| | |
|--|---|
| | <p>структура популяцій</p> <p>водорості – макрофіти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чисельність; - біомаса; - видовий склад; - просторовий розподіл та проективне покриття дна; - домінуючі види; - види, що підлягають особливій охороні; - види, що перебувають під загрозою зникнення; - інвазивні види; - індикаторні види; - морфологічна структура популяцій <p>зообентос:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чисельність; - біомаса; - видовий склад; - просторовий розподіл; - домінуючі види; - види, що підлягають особливій охороні; - види, що перебувають під загрозою зникнення; - види - вселенці <p>риби:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кількість видів; - кількість видів, що підлягають особливій охороні; - частота зустрічальності 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 структура популяцій вразливих та масових видів;
- статева структура популяцій вразливих та масових видів;
- статус здоров'я особин;
- генетична структура та різноманіття популяцій вразливих та масових видів

комерційно експлуатовані види моллюсків:

- чисельність, біомаса та промисловий запас популяцій;
- природна та залежна від промислу смертність;
- розмірно-вікова структура популяцій;
- статева структура популяцій;
- генетична структура та різноманіття популяцій

морські ссавці:

- видовий склад;
- чисельність;
- розмірна, вікова та статева структура популяцій;
- народжуваність;
- смертність та її причини;
- статус здоров'я особин;
- просторовий розподіл та поширення;
- генетична структура та різноманіття популяцій

морські птахи:

- видовий склад;
- загальна чисельність;
- чисельність, розмірна, вікова та статева структура популяцій

- масових та вразливих видів;
- народжуваність;
- смертність та її причини;
- просторовий розподіл та поширення;
- рідкісні та зникаючі види;
- генетична структура та генетичне різноманіття популяцій масових та вразливих видів;
- статус здоров'я особин;
- стан місць гніздування, зимівлі та масових скупчень під час міграцій

донні оселища:

- тип оселища за системою EUNIS;
- поширення даного типу оселищ в морській акваторії України;
- видовий склад видів-едафікаторів;
- проективне покриття для оселищ з домінуванням рослин, неперервність та мозаїчність оселища;
- ступінь порушення цілісності оселища;
- чисельність та біомаси домінуючих видів;
- фізичні характеристики донного ґрунту;
- хімічні характеристики донних відкладів, зокрема пов'язані з гіпоксійними явищами

біотестування якості води

мікробіота води та донних відкладів:

- таксономічний та функціональний склад мікробіоти;
- наявність токсичних видів;
- наявність патогенних видів;

| | |
|--|--|
| | <p>- тест на токсини (біосенсори)</p> <p><u>Фізичні та хімічні</u> температура</p> <p>розчинений кисень</p> <p>водневий показник</p> <p>біологічне споживання кисню</p> <p>нітроген загальний</p> <p>нітроген амонійний</p> <p>нітроген нітритний</p> <p>нітроген нітратний</p> <p>фосфор загальний</p> <p>фосфор ортофосфатів</p> <p>солоність</p> <p>прозорість</p> <p>силіцій</p> <p>дигідроген сульфід</p> <p>сума завислих у воді речовин</p> <p>специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини)</p> <p>специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини)</p> <p>забруднюючі речовини</p> <p>вміст забруднюючих речовин у донних</p> |
|--|--|

відкладеннях та у тканинах
гідробіонтів:

- специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини);
- специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини);
- забруднюючі речовини

Гідроморфологічні

морфологічні та фізичні умови:

- глибини;
- рівень моря;
- течії;
- структура донних відкладів

Тверді відходи (сміття) у морському середовищі

види та кількість сміття:

- на поверхні та у товщі морських вод;
- на донній поверхні моря;
- на пляжах рекреаційної зони;
- сміття, що виноситься річками

мікропластик в об'єктах морської екосистеми (у воді, донних відкладах, біоті):

- тип;
- розмір;
- кількість часток на одиницю площі/об'єму/ваги

Акустичне (шумове) забруднення морського середовища

Шумове забруднення морського середовища (інтенсивність високочастотних імпульсних та низькочастотних тривалих антропогенних шумів)

Додаток Д
Методи аналізу деяких показників якості води

(Паспорт санітарно-промислової лабораторії ВАТ „Український НДІ поліграфічної промисловості ім. Т.Г. Шевченко”, 2003)

| Назви інгредієнтів і властивостей води | Санітарно-гігієнічний норматив якості води водних об'єктів господарсько-питного (перша категорія) і культурно-побутового (друга категорія) водокористування | Рибогосподарський норматив якості води водних об'єктів рибогосподарського водокористування | Норматив гранично-допустимого скидання (ГДС) зворотної води у водний об'єкт | Допустима концентрація (ДК) – найбільше допустиме значення концентрації забруднювальної речовини у стічних водах з підприємства | Документ, що регламентує методики виконання вимірювань: позначення та назва НД, назва методики виконання вимірювань | Діапазон визначення, похибка |
|--|---|--|---|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| азот амонійний | 2,0 мг/дм ³ , не більше | 0,5 мг/дм ³ , не більше | 1 | 30 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.030-95 Методика фотометричного визначення амоній-йонів з реактивом Неслера в стічних водах | 0,15 – 5 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,071-1,22)$ мг/дм ³ |
| аміак | | 0,05 мг/дм ³ , не більше | 1 | — | КНД 211.1.4.030-95 Методика фотометричного визначення амоній-йонів з реактивом Неслера в стічних водах | 0,15 – 5 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,071-1,22)$ мг/дм ³ |
| азот загальний | не нормується | не нормується | 1 | Відсутність | КНД 211.1.4.031-95 Методика титриметричного визначення загального азоту в стічних водах | 1-200 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,25-20)$ мг/дм ³ |
| | | | | | РД 52.24.13-84 Методические указания по определению общего азота в природных водах окислением персульфатом калия | 0,05 - 10,2 мг/дм ³ $\Delta = \pm (44 -10) \%$ |
| алюміній | 0,5 мг/дм ³ , не більше | 0,04 мг/дм ³ , не більше | 1 | 5 мг/дм ³ , не більше | Метод фотометрического определения алюминия с 8-оксихинолином. ² , С. 118 - с. 121 | 0,01 мг/дм ³ і більше |
| аніонактивні ПАР | * | * | 1 | 25 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.017-95 Методика екстракційно-фотометричного визначення аніонних поверхнево-активних речовин (АПАР) з метиленом блакитним у природних та стічних водах | 0,01 - 3,0 мг/дм ³ $\pm \Delta = (0,0068 - 0,5)$ мг/дм ³ |
| бензин | 0,1 мг/дм ³ , не більше | — | 1 | 100 мг/дм ³ , не більше | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с газохроматографическим окончанием (определение в сточных водах).С. 567-577 | 0,1 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--|--|------------------------|--|--|--|
| бензол | 0,5 мг/дм ³ , не більше | 0,5 мг/дм ³ , не більше | 1 | 100 мг/дм ³ , не більше | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| біологічне споживання кисню (БСК _п) | 1 категорія водопостачання, при 20 °С: 3,0 мг О ₂ /дм ³ , не більше; 2 категорія водопостачання при 20 °С: 6,0 мг О ₂ /дм ³ , не більше | 3,0 мг О ₂ /дм ³ | 1 | 325 мгО ₂ /дм ³ , не більше | КНД 211.4.024-95 Методика визначення біохімічного споживання кисню (БСК) в природних і стічних водах | 3 - 10000 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,21-700)$ мг/дм ³ О ₂ |
| бутадиєн | 0,05 мг/дм ³ , не більше | — | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| Бутил бензол | 0,5 мг/дм ³ , не більше | — | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| бутилен | 0,2 мг/дм ³ , не більше | — | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| водневий показник, рН | в межах 6,5-8,5 од. рН | в межах 6,5-8,5 од. рН | в межах 6,5-9,0 од. рН | в межах 6,5-9 од. рН | Метод электрометрического определения водородного показателя рН. ² , С. 251-256 | 1,0 - 12,0 од. рН $\pm \delta = 0,1\%$ од. рН. |
| вуглеводні ароматичні | * | * | 1 | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567–569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|--|---|--------------------------------------|--|--|--|--|
| вуглеводні ненасичені | * | * | 1 | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567–569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| вуглеводні неполярні леткі | * | * | 1 | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с газохроматографическим окончанием (определение в сточных водах). ² , С. 567-577 | 0,1 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |
| вуглеводні неполярні нелеткі (нафтопродукти) | 0,3 мг/дм ³ , не більше | 0,05 мг/дм ³ , не більше | 1 | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с весовым окончанием. ² , С. 539 – 549 | 0,02 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |
| Гідрокарбонати | в межах норм сухого залишку | не нормується | 1 | — | РД 52.24.24-86 Методика выполнения измерений массовой концентрации гидрокарбонатных ионов в пробах природных поверхностных вод суши методом потенциометрического титрования | 3,5 - 500 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,0354 * C + 0,901)$ мг/дм ³ |
| етилбензол | 0,01 мг/дм ³ , не більше | 0,001 мг/дм ³ , не більше | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567–569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| етилен | 0,1 мг/дм ³ , не більше | — | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| діетиленгліколь | — | — | — | 1,0 мг/дм ³ , не більше | Методика хроматографічного вимірювання вмісту діетиленгліколю і метанолу у воді після біологічної очистки водяного конденсату з установки осушки природного газу. | 0,0001-0,2 % ваг. $\delta = \pm (0,00007-0,025)\%$ ваг. |
| етиленгліколь | 1,0 мг/дм ³ , не більше | 0,25 мг/дм ³ , не більше | 1 | 1000 мг/дм ³ , не більше | Метод определения этиленгликоля. ⁴ , С. 214 – 217 | 2 мг/пробі і більше $\delta = \pm 10\%$ |
| жири рослинні і тваринні | Нормуються за БСК | нормуються за БСК | 1 | 50 мг/дм ³ , не більше | Раздельное определение жиров и масел ³ , С. 288-289 | 0,2 мг/ дм ³ і більше $\delta = \pm 10\%$ |
| завислі речовини | I категорія водопостачання: фоновий вміст + 0,25 мг/дм ³ ; II категорія водопостачання: фоновий вміст + 0,75 мг/дм ³ | — | ¹ , але не більше 15 мг/дм ³ | 380 мг/дм ³ , не більше (завислі та спливаючі речовини) | КНД 211.4.039-95 Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин у природних і стічних водах | 5 - 5000 мг/дм ³ $\delta = \pm (20 - 10) \%$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------|--|---------------------|-------------------|------------------------------------|---|---|
| Забарвлення | I категорія водопостачання: не повинно виявлятися у стовпчику 20 см, не більше; II категорія водопостачання: не повинно виявлятися у стовпчику 10 см, не більше | — | не нормується | — | Метод візуального определения цвета. ² , С. 1146. | Словесний опис результатів визначення з описом відтінку та інтенсивності забарвлення стовпчика води висотою 1-50 см |
| залізо | 0,3 мг/дм ³ , не більше | не нормується | 1 | 2,5 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.034-95 Методика фотометричного визначення загального заліза з ортофенантроліном в поверхневих та стічних водах | 0,1 – 100 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,018 - \sqrt{r^*})$ мг/дм ³ де r* - ступінь розведення проби об'ємом V, см ³ , у порівнянні до 50 см ³ (r = 50/ V) |
| | | | | | КНД 211.1.4.040-95 Методика фотометричного визначення загального заліза (2) та заліза (3) з сульфосаліциловою кислотою в стічних водах | 0,4 - 3,0 мг/дм ³ $\Delta = \pm (\sqrt{\Delta^2/3} + \sigma^2(\Delta^\circ))$ мг/дм ³ ; вище 3,0 – 9,0 мг/дм ³ $\Delta = \pm 1,96\sigma(\Delta^\circ)$ мг/дм ³ ; |
| Запах | I категорія водопостачання: не більше 1 бала, який виявляється безпосередньо або при хлоруванні; II категорія водопостачання: не більше 1 бала, який виявляється безпосередньо | два бали, не більше | 2 бали, не більше | 2 бали, не більше | Метод органолептического определения запаха ² , С. 314-317 | 0- 5 балів, характер запаху описують словесно |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------------------|---|--|---|--|--|--|
| Кадмій | — | — | — | 0,01 мг/дм ³ , не більше | Метод фотометрического определения кадмия с ализаринкомплексом. ² , С. 342 – 347 | 0,05 – 0,5 мг/дм ³ $\delta = \pm (50 - 15)\%$ |
| Кальцій | в межах норм сухого залишку | 180,0 мг/дм ³ , не більше | 1 | в межах норм для сухого залишку | Метод комплексонометрического определения кальция. ² , С. 356 – 363 | 1,0 – 120,0 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,5 - 5,0)$ мг/дм ³ |
| кисень, розчинений у воді | не менше 4 мгО ₂ /дм ³ в будь- який період року, в пробі, відібраній до 12 годин дня | 4 мг/дм ³ , не менше в будь-який період року, в пробі, відібраній до 12 годин дня | 2 мгО ₂ /дм ³ , не менше | 2 мг/дм ³ , не менше | КНД 211.4.024-95 Методика визначення біохімічного споживання кисню (БСК) в природних і стічних водах | 0,2 мгО ₂ /дм ³ і більше $\Delta = \pm 0,1$ мгО ₂ /дм ³ |
| кислоти жирні | — | — | — | в межах норм для БСК ₅ | Метод определения суммарного содержания жирных кислот титрованием после перегонки. ² , С. 305 – 308 | 3 ммоль/дм ³ і більше $\delta = \pm 10\%$ |
| Кольоровість | не нормується | — | — | — | Метод определения цвета путем сравнения с искусственными стандартами. ² , С. 1147-1149 | 0,1 – 100,0 ° $\delta = \pm (50-10)\%$ |
| Крезолі | — | — | 1 | — | Метод определения неполярных углеводов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| Ксантогенати | * | 0,03 мг/дм ³ , не більше | 1 | в межах норм індивідуальних речовин для водойм господарсько- побутового призначення | РД 52.24.42-87 Методические указания по экстракционно-спектрофотометрическому определению ксантогенатов в природных и очищенных водах | 0,020 - 0,200 мг/дм ³ без розведення $\Delta = \pm$ (0,008+0,11С) мг/дм ³ |
| ксилол | 0,05 мг/дм ³ , не більше | — | — | 1 мг/дм ³ | Метод определения неполярных углеводов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| Магній | в межах 10,0 – 80,0 мг/дм ³ | 40,0 мг/дм ³ , не більше | 1 | в межах норм для сухого залишку | Метод комплексонометрического определения магния. ² , С. 453–457 | 0,5 – 100,0 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,2 - 2,0)$ мг/дм ³ |
| Мазут | не допускається | не допускається | не допускається | не допускається | Метод определения неполярных углеводов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с весовым окончанием. ² , С. 539 – 549 | 0,02 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|------------------------------------|---|--|--|
| Марганець | ГДК (мг/дм ³), визначена нормативами ГДС у водний об'єкт, не більше | — | — | 30 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.038-95 Методика фотометричного визначення марганцю з персульфатом амонію у стічних водах | |
| масла нерозчинні | не допускається | не допуска- ється | не допускається (оливи нафтові) | не допускаються | Раздельное определение жиров и масел ³ , С. 288-289 | 0,2 мг/ дм ³ і більше $\delta = \pm 10\%$ |
| Метанол | 3,0 мг/дм ³ , не більше | 0,1 мг/дм ³ , не більше | 1 | 30 мг/дм ³ , не більше | Фотометрический метод определения метилового спирта. ³ , С. 299-300 | 0,5 - 10,0 мг/дм ³ $\delta = \pm (25 - 10)\%$ |
| мідь | 1,0 мг/дм ³ , не більше | 0,001 мг/дм ³ , не більше | 1 | 0,5 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.035-95 Методика екстракційно-фотометричного визначення міді з діетилдитіокарбаматом свинцю в поверхневих та стічних водах | 0,01 – 0,08 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,005 -$ 0,012) мг/дм ³ |
| | | | | | Метод фотометрического определения меди с дикупралем. ² , С.482-489 | 0,01 – 1 мг/дм ³ $\delta = \pm (25 - 10)\%$ |
| | | | | | Метод фотометрического определения меди с пикрамином эпсилоном. ² , С. 482-483,494-497 | 1 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |
| | | | | | Метод фотометрического определения меди с оксальдигидразидом. ² , С.482–483,490-493 | 0,001 – 1 мг/дм ³ $\delta = \pm (50 - 10)\%$ |
| мінералізація (сухий залишок) | 1000 мг/дм ³ , не більше | не нормуєть- ся | 1 | 1000 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.4.042-95 Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних та стічних водах | 50 – 1000 мг/дм ³ $\Delta = \pm (5-50)$ мг/дм ³ |
| нафта і нафтопродукти | 0,3 мг/дм ³ , не більше | 0,05 мг/дм ³ , не більше | 1 | 10 мг/дм ³ , не більше (нафтопродукти) | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с весовым окончанием. ² , С. 539 – 549 | 0,02 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |
| нафта і нафтопродукти в розчиненому і емульгованому стані | — | 0,05 мг/дм ³ , не більше | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с весовым окончанием. ² , С. 539 – 549 | 0,02 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |
| нафта багатосірчиста | 0,1 мг/дм ³ , не більше | — | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с весовым окончанием. ² , С. 539 – 549 | 0,02 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 5\%$ |
| нафтові розчинники (Нефрас АР 120/200) | — | 0,25 мг/дм ³ , не більше | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ- спектрофотометрическим окончанием в поверхностно- природных водах. ² , С.567–569 | |

продовження додатку В

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--|---|
| нафтопродукти леткі | * | — | 1 | — | Метод определения летучих нефтепродуктов колончатой хроматографией с фотометрическим окончанием. ² , С. 593 – 598 | 10 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 15\%$ |
| Нікель | 0,1 мг/дм ³ , не більше | — | 1 | 0,5 мг/дм ³ , не більше | Метод фотометрического определения никеля с диметилглиоксимом. ² , С. 601 – 605 | 0,2 – 5 мг/дм ³ $\delta = \pm 10\%$ |
| нітрат-йон | 45,0 мг/дм ³ , не більше | 40,0 мг/дм ³ , не більше | 1 | 45 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.027-95 Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою у поверхневих та біологічно очищених водах | 0,5 -100 мг/дм ³ $\delta = \pm (48-25)\%$ |
| Нітрити | 3,3 мг/дм ³ , не більше | 0,08 мг/дм ³ , не більше | | 3,3 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.023-95 Методика фотометричного визначення нітрит-йонів з реактивом Грісса в поверхневих та біологічно очищених водах | 0,03 - 10 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,009-2)$ мг/дм ³ |
| пропілен | 0,5 мг/дм ³ , не більше | — | 1 | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/проби і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| ОП-7, ОП-10 | 0,1 мг/дм ³ , не більше | — | 1 | 25 мг/дм ³ , не більше | Фотометрический метод определения неионогенных препаратов (ОП-7, ОП-10) с применением роданокобальта. ³ , С. 356-358 | ≥ 50 мг/дм ³ без концентрування $\delta = \pm 15\%$ |
| оцтова кислота | — | — | 45 мг/дм ³ , не більше | 45 мг/дм ³ , не більше | Метод газохроматографического определения жирных кислот, летучих с водяным паром. ² , С. 309-313 | 3 ммоль/дм ³ і більше $\delta = \pm 10\%$ |
| Прозорість | не нормується | — | — | — | Метод определения прозрачности с помощью шрифта. ² , С. 752. | 0,5 – 50 см $\delta = \pm 10\%$ |
| Ртуть | 0,0005 мг/дм ³ , не більше | — | 1 | 0,005 мг/дм ³ , не більше | Метод определения минимальных количеств ртути. ² , С. 774 – 779 | 0,0002 – 0,003 мг/дм ³ (з 500 см ³) $\delta = \pm (50-25)\%$ |
| Свинець | 0,03 мг/дм ³ , не більше | 0,1 мг/дм ³ , не більше | 1 | 0,1 мг/дм ³ , не більше | Метод фотометрического определения свинца с дитизоном. ² , С. 798 – 804 | 0,03 - 1,0 мг/дм ³ (з 500 см ³ проби) $\delta = \pm 15\%$ |
| силікат-йони (кремній) | 30,0 мг/дм ³ , не більше | 2,0 мг/дм ³ , не більше | 1 | — | МУ 52.24.5-83 Методика определения концентрации йонов кремния в поверхностных водах фотометрическим методом | 1,50 – 16,0 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,45 - 0,74)$ мг/дм ³ |
| синтетичні нейоногенні ПАР | * | * | 1 | 25 мг/дм ³ , не більше | Фотометрический метод определения неионогенных препаратов (ОП-7, ОП-10, ОС-20) с применением фосфорвольфрамата. ³ , С. 358-360 | 1 - 25 мг/дм ³ (з 10 см ³ проби) $\delta = \pm 25\%$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|---|-------------|---------------------------------------|--|---|
| Сірководень | не допускається | не допускається | 1 | 1,0 мг/дм ³ , не більше | Метод фотометрического определения сульфидов и сероводорода в виде метиленового синего с диметилпарафенилендиамином. ² , С. 911 –914 | 0,05 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 10\%$ |
| | | | | | Метод иодометрического определения общего содержания сульфидов и сероводорода. ² , С. 915 –921 | 0,05 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 10\%$ |
| | | | | | Метод иодометрического определения растворенных сульфидов и сероводорода. ² , С.921 –924 | 0,05 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 10\%$ |
| стирол | 0,1 мг/дм ³ , не більше | 0,1 мг/дм ³ , не більше | 1 | 10 мг/дм ³ , не більше | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С.567–569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| сульфат-йони | 500,0 мг/дм ³ , не більше | 100,0 мг/дм ³ , не більше | 1 | 500 мг/дм ³ , не більше | Метод весового определения сульфатов. ² , С. 893 –896 | 1,0 - 500,0 мг/дм ³ $\delta = \pm (25 - 10)\%$ |
| | | | | | КНД 211.1.4.026-95 Методика турбідиметричного визначення сульфатйонів в очищених стічних водах | 10 –1000 мг/дм ³ $\Delta = \pm (2,5 - 100)$ мг/дм ³ |
| сульфід-йон | не допускається | не допускається | 1 | 1,0 мг/дм ³ , не більше | Метод фотометрического определения сульфидов и сероводорода в виде метиленового синего с диметилпарафенилендиамином. ² ,С.911 –914 | 0,05 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 10\%$ |
| | | | | | Метод иодометрического определения общего содержания сульфидов и сероводорода. ² , С. 915 –921 | 0,05 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 10\%$ |
| | | | | | Метод иодометрического определения растворенных сульфидов и сероводорода. ² , С. 921 –924 | 0,05 мг/дм ³ і більше $\sigma = \pm 10\%$ |
| тетраетил-свинець | не допускається | не допускається | відсутність | не допускається | Фотометрический метод определения тетраэтилсвинца. ³ , С. 367 –368 | 0,002 - 0,02 мг/дм ³ $\sigma = \pm 20\%$ |
| Толуол | 0,5 мг/дм ³ , не більше | 0,5 мг/дм ³ , не більше | 1 | 15 мг/дм ³ , не більше | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| трилон Б (ЕДТА , етилендіамінтетра-ацетат, комплексон 3) | — | — | — | 20 мг/дм ³ , не більше | Метод определения ЭДТА (этилендиамин-тетраацетата, комплексона 3, трилона Б) титрованием с индикатором пирокатехиновым фиолетовым. ⁴ , С.229 –233 | 0,5 мг/ дм ³ і більше $\delta = \pm 10\%$ |

продовження додатку В

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------------------|---|--|--|---|--|---|
| Феноли | 0,001 мг/дм ³ , не більше | 0,001 мг/дм ³ , не більше | 1 | 10 мг/дм ³ , не більше | Фотометрический метод определения фенолов с применением 4-аминоанти-пирина. ³ , С. 374 –377 | 0,001 мг/дм ³ і більше $\delta = \pm 50\%$ |
| формальдегід | — | — | — | 100 мг/дм ³ , не більше | Фотометрический метод определения формальдегида с хромотроповой кислотой. ³ , С. 387-389 Колориметрический метод определения формальдегида с применением гидрохлорида фенилгидразина. ⁴ , С. 219 - 220 | 0,06 мг/дм ³ і більше $\delta = \pm 25\%$ 1 мг/дм ³ і більше $\delta = \pm 15\%$ |
| фосфати (поліфосфати) | 3,5 мг/дм ³ , не більше | 2,6 мг/дм ³ фосфатів, не більше (в перерахунку на фосфор Р) | 1 | 10 мг/дм ³ , не більше (фосфати) | РД 52.24.32-86 Методические указания по выполнению измерений массовой концентрации фосфора фосфатов в пробах природных вод фотометрическим методом КНД 211.1.4.043-95 Методика фотометричного визначення фосфатів у стічних водах | 0,010 -0,300 мг/дм ³ $\sigma = (3,32 \pm 0,034$ С) мг/дм ³ 2 – 500 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,14 - 34)$ мг/дм ³ |
| фосфор загальний | не нормується | — | 1 | 10 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.028-95 Методика фотометричного визначення загального фосфору в стічних водах РД 52.24.39-86 Методические указания по определению общего фосфора в природных и очищенных сточных водах путем персульфатного окисления | 0,1 - 100,0 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,05-10)$ мг/дм ³ 0,020 - 0,400 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,016 +$ 0,92С) мг/дм ³ |
| Фториди | в межах 0,7 –1,5 мг/дм ³ | 0,75 мг/дм ³ , не більше | 1 | 0,7 мг/дм ³ , не більше | Колориметрическое цирконий-ализариновое определение фторидов. “Унифицированные методы анализа вод”. Под ред. Ю.Ю. Лурье, М., Химия, 1973, С. 151 –155 | 0,1 мг/дм ³ і більше $\delta = \pm 15\%$ |
| хімічне споживання кисню (ХСК) | I категорія водопостачання при 20 °С: 15,0 мг О ₂ /дм ³ , не більше; II категорія водопостачання при 20 °С: 30,0 мг О ₂ /дм ³ , не більше; | не нормується | 1, не більше але не більше 80,0 мг О ₂ /дм ³ | 810 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.4.021-95 Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах | 5 –10000 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,7- 800)$ мг/дм ³ О ₂ |
| хлор активний | відсутність | відсутність | відсутність | не допускається | Метод иодометрического определения активного хлора. ² , С. 1099 –1101 | 0,05 мг/дм ³ і > $\delta = \pm 10\%$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------|--|--|-----------------------|---------------------------------------|--|--|
| хлориди | 350,0 мг/дм ³ , не більше | 300,0 мг/дм ³ , не більше | 1 | 350 мг/дм ³ , не більше | КНД 211.1.4.037-95 Методика ртутиметричного визначення хлоридів в поверхневих і стічних водах | 15 – 10000 мг/дм ³ $\Delta = \pm (1,96 \cdot \sqrt{\Delta^2 C/3 + \sigma^2(\Delta^0)} - 1,96 \sigma(\Delta^0))$ мг/дм ³ |
| хром Cr (6+) | 0,05 мг/дм ³ , не більше | 0,001 мг/дм ³ , не більше | 1 | 0,1 мг/дм ³ , не більше | Фотометрический метод определения малых количеств хрома. ³ , С. 152-156 | 0,010 мг/дм ³ і більше $\delta = \pm 50\%$ |
| | | | | | МУ 52.24.2-82 Методика определения концентрации хрома (6) в загрязненных поверхностных водах фотометрическим методом | 0,030 - 0,300 мг/дм ³ $\Delta = \pm (0,010 - 0,020)$ мг/дм ³ |
| | | | | | Метод фотометрического определения хрома с дитизином. ² , С. 1134 – 1137 | 0,05 – 1 мг/дм ³ $\delta = \pm 50\%$ |
| циклогексан | 0,02 мг/дм ³ , не більше | — | — | — | Метод определения неполярных углеводородов (нефтепродуктов) колончатой хроматографией с УФ-спектрофотометрическим окончанием в поверхностно-природных водах. ² , С. 567 – 569 | 0,1 мг/пробі і більше $\sigma = \pm 20\%$ |
| цинк | 1,0 мг/дм ³ , не більше | 0,01 мг/дм ³ , не більше | 1 | 5 мг/дм ³ , не більше | Родаминовый метод определения цинка. ⁴ , С. 176 – 177 | 0,0005 мг/пробі і більше $\delta = \pm 25\%$ |
| | | | | | Метод фотометрического определения цинка с дитизином. ² , С. 1194 – 1199 | 0,005 мг/пробі і більше $\delta = \pm 25\%$ |
| Температура, °С | Літня температура не повинна підвищувати понад 3°С в межах екологічного нормативу, не більше | Літня температура не повинна підвищуватись понад 3°С в межах екологічного нормативу, не більше | 1,0 – 40°С, не більше | 40 °С, не більше | Метод определения температуры. ² , С. 966 | 1,5 – 80,0 °С $\delta = \pm 0,1\%$ |

Примітки: Діапазон вимірювань може забезпечуватися розведенням або концентруванням вихідної проби.

¹ гранично допустима концентрація (мг/дм³), визначена нормативами граничнодопустимого скидання (ГДС) у водний об'єкт, не більше

² СЭВ. «Унифицированные методы исследования качества вод». Ч.1, М., 1987

³ Ю.Ю. Лурье «Аналитическая химия промышленных сточных вод». М., 1984

⁴ Ю.Ю. Лурье, А.И. Рыбникова «Химический анализ производственных сточных вод». М., Химия, 1974

* норматив індивідуальної речовини або суміші речовин, не більше

Додаток Е

Методи визначення деяких хімічних інгредієнтів у воді

| Метод | Визначувані інгредієнти у природних водах |
|----------------------------------|---|
| Гравіметричний | SO ₄ ²⁻ , нафтопродукти, завислі речовини, мінеральний залишок |
| Титрометричний | Оксиген (розчинений), CO ₂ , CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , H ₂ S, Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , твердість води (загальна і карбонатна), ХСК, БСК |
| Фотометричний | Кольоровість, органічні речовини, H ₂ S, NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , P (неорг.), Fe, Cu, Al |
| Люмінесцентний | Нафтопродукти, хлорорганічні ароматичні сполуки, спирти, ацетон |
| Полум'яна фотометрія | Li, Na, K, Ca |
| Емісійна спектроскопія | Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, Pb, Al, Fe та ін. |
| Атомно-абсорбційна спектроскопія | Ca, Mg, Cu, Pb, Hg та ін. |
| Кінетичні та хемілюмінесцентні | Mn, Cu, Ni, Fe (III), амінокислоти |
| Потенціометричні | pH, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , Cu, Ca, K, окисно-відновний потенціал |
| Радіометричні | Sr-90, Cs-137, U-238, Pu-239 та ін. |
| Хроматографічні | Na, K, NH ₄ ⁺ , Mg, Ca, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , органічні сполуки |

Додаток Є

Показники складу та властивостей води, які доцільно визначати у стічних водах підприємств []

| Показники складу і властивостей вод | Підприємства | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| Температура | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Кольоровість | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Запах | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Водневий показник | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Завислі речовини | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Хлорид-йони | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Сульфат-йони | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Амоній-йони | + | + | + | + | + | | + | + | + | + | + | | + | + | + | | + | + | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Аміак | | | | | | | | + | | + | | | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | + | + |
| Нітрат-йони | | | + | | | | + | + | | + | | + | | + | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Нітрит-йони | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | + | + | + | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Азот загальний | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | + | | + | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Фосфор мінеральний | + | | | | | | | + | + | + | + | | + | | | + | + | + | | | | | | | | | | | + | | |
| Фосфор загальний | | | | | | | | | + | + | + | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ХСК | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| БСК | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Нафтопродукти | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | + | + | | | | | | + | | + |
| Феноли | + | + | + | + | + | + | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| СПАР | + | + | + | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | + | + | + | + | + | + | | + | | |
| Пестициди | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | + | + | | + | + |

продовження додатку Є

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 19 | 30 | 31 |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Спирти | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | + | + | + | | | |
| Органічні кислоти | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | | + | + | + | + | + | + | | | |
| Акрилонітрил | | | | + | + | | | + | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ацетон | | + | + | + | + | + | | + | | | + | + | | + | + | | | | | | | | | + | | | | | | |
| Бензол | | + | | | + | | + | + | | | | + | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| Хлорбензол | | | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Толуол | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Масла/жири | | | | | | | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | + | + | + | | | | |
| Бензопірен | + | + | | | + | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ефіри | | | | + | + | | + | + | | | + | + | | + | | | | | | | | | + | | + | | | | | |
| Барвники | | | + | + | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | + | + | | | | | | |
| Формальдегід | | | | + | + | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | |
| Фурфулол | | + | | + | + | + | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сірководень | + | + | | | | | | + | | + | | + | | + | + | | | | | | | | + | + | | | | | + | |
| Сульфіди | | + | + | | + | + | | + | | | | + | | | | | | | + | | | + | | | | | | | | |
| Метилмеркаптан | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Скипидар | | | | | + | | | + | | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Капролактам | | | + | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ціаніди | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | + | + | | | | | | | | | |
| Родаміди | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | + | + | | | | | | | | | |
| Фториди | + | + | | | | | | + | + | + | | | | | + | + | | + | + | + | + | + | | | | | | | | |
| Борати | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | + | + | | + | + | + | | | | | | |
| Цинк | + | | | | + | + | | + | + | | + | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | + |
| Мідь | | + | | | | | + | + | + | | + | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | |
| Залізо загальне | + | + | + | | + | | | + | + | | + | | + | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | + | | |

Схема співвідношення видів моніторингу навколишнього природного середовища і місце в ній геоecологічного та гідроеcологічного моніторингу



Основні терміни і поняття

Аеротенк – бетонний або залізобетонний резервуар для очищення стічних вод від органічних забруднювачів шляхом окислювання їх мікроорганізмами, що містяться у шарі активного мулу на дні резервуара

Аналіз – всебічний розбір, розгляд причинно-наслідкових зв'язків окремих складових частин, властивостей чи особливостей предмету вивчення.

Аналізатор – прилад для визначення фізико-хімічних властивостей, вмісту і структури твердих, рідких та газоподібних речовин.

Антропогенез -1) зміна і саморозвиток природних об'єктів та явищ під впливом діяльності людини; 2) зміна діяльністю людини інтенсивності і напрямку масоенергопереносу, балансу речовин, енергії та інформації у ландшафті.

Антропогенний вплив – це дія людини, що зумовлює зміни у структурі і функціонуванні геоекосистем (ландшафтів). Внаслідок антропогенних впливів у геосистемах відбуваються зміни, виникають нові об'єкти - антропогенні елементи і системи, які часто є джерелами антропогенного забруднення.

Антропогенні елементи – це об'єкти чи їх частини, створенні людською діяльністю, аналогів у природі яким немає (будинки, трубопроводи, дороги і т.д.).

Антропогенні процеси – процеси, що виникають у навколишньому природному середовищі й зумовлені або істотно активізовані різними видами господарської діяльності людини.

Антропогенний рельєф – сукупність форм земної поверхні, змінених або створених діяльністю людини. До антропогенних форм рельєфу належать різні будівельні (житлові, комунікаційні та промислові) об'єкти, а також гірничі виробки, відвали, відходи, які створюють специфічний вигляд поверхні.

Басейн водозбірний – територія, з якої стікають води, які надходять у водотік (струмок, річку), ставок, озеро, море чи водойму іншого типу.

Біогеоценоз – сукупність рослинності, тваринного світу, мікроорганізмів на певній ділянці земної поверхні, які зв'язані між собою і з нею обміном речовин та енергії.

Біоіндикатори – група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість та інтенсивність розвитку яких у досліджуваному середовищі є показником певних природних процесів, умов або антропогенних змін зовнішнього середовища.

Біоіндикація – метод оцінки якості води (як середовища існування гідробіонтів) за видовим складом та показниками кількісного розвитку видів-індикаторів і структури утворюваних ними угруповань.

Вертикаль (пункт спостережень) – умовна прямовисна лінія на поверхні чи в товщі води (або льоду) до дна у водному об'єкті, на якій виконують дослідницькі роботи для отримання даних про склад і властивості води.

Викид - короткочасне (або протягом певного часу) надходження в навколишнє середовище будь-яких забруднювачів.

Викид приведений - сумарна величина викидання всіх речовин-забруднювачів в навколишнє середовище від усіх підприємств та інших джерел у даній точці за одиницю часу.

Вимоги до якості природних вод – набір фізичних, хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників, що визначають якість природних вод.

Виснаження вод – зменшення кількості води у водному об'єкті або погіршення її якості, що відбувається під впливом діяльності людини і має стійку направленість.

Відстійник – гідротехнічна споруда у вигляді басейну або резервуару для повного або часткового випадання осадів, яке досягається через різке зниження швидкості течії потоку.

Відходи – непридатні для виробництва продукції види сировини чи її невикористані залишки або виникаючі в ході технологічних процесів речовини (тверді, рідкі, газоподібні) та енергія, що не підлягають утилізації в даному виробництві.

Візуальні спостереження – спостереження за станом водного об'єкту шляхом його огляду.

Вода – стійка хімічна сполука водню (11,11%) з киснем (88,89 % за масою). На Землі перебуває у трьох агрегатних станах: рідкому, твердому, газоподібному.

Вода зворотна (оборотна) – відпрацьована вода, що повертається у господарський обіг після її охолодження, очистки та обробки за допомогою технічних засобів і споруд.

Вода стічна – вода, що утворилася в процесі господарсько-побутової та виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної), а також та, що стікає із забрудненої території при атмосферних опадах.

Водна екосистема – екологічна система водного об'єкту, в якій нерозривно поєднуються неживе середовище (вода, донні відклади) та біота (складний комплекс угруповань і популяцій рослин, тварин, мікроорганізмів).

Водокористування – сукупність усіх форм і видів використання водних ресурсів.

Водоохоронні зони – природоохоронні території з регульованою господарською діяльністю, які встановлюються уздовж морів, озер, водосховищ, річок, каналів та інших водойм. Призначені для створення сприятливого режиму водних об'єктів, запобігання їхньому забрудненню. Засміченню і вичерпанню, знищенню навколо водних рослин і тварин, зменшенню коливань стоку.

Геоєкологія – наука про територіальну диференціацію географічного середовища та його зміни у процесі взаємодії суспільства і природи із метою оптимізації цієї взаємодії та її екологічних наслідків.

Гідроекологія – наука, що вивчає водні екосистеми, їхні структури, стани і закономірності функціонування, зумовлені взаємодією гідробіонтів як між собою, так із навколишнім водним середовищем.

Горизонт (пункту спостережень) – місце на вертикалі (по глибині), на якій проводять комплекс дослідницьких робіт для отримання даних про показники складу і властивості води.

Граничнодопустима концентрація – максимальна кількість шкідливої речовини (елемента) в одиниці об'єму або маси водного, атмосферного, ґрунтового середовища, яка практично не впливає на здоров'я людини і живі організми.

Граничнодопустимий скид речовин – маса речовин у стічній воді, що є максимально допустимою для скидання у водний об'єкт.

Деградація природного середовища – руйнування або істотне порушення екологічних зв'язків у природі, викликане діяльністю людини.

Дефоліант – речовина, яка використовується для знищення листя рослин (наприклад, для полегшення механізованого збирання бавовнику).

Дефоліація – застосування дефоліантів.

Джерело забруднення - 1) техногенний об'єкт, який виділяє у природне середовище забруднювальні речовини; 2) зона, регіон, звідки надходять забруднювальні речовини (при їх віддаленому і транскордонному перенесенні).

Ділянка дослідна – репрезентативна частина досліджуваної території, призначена для детального вивчення.

Євтрофікація вод – збільшення біологічної продуктивності водних об'єктів у результаті нагромадження у воді біогенних речовин (азоту та фосфору) під дією антропогенних або природних факторів.

Екологічна аварія – небезпечна подія природного чи техногенного характеру, що спричинила екстремальне забруднення навколишнього середовища і становить загрозу для біоти, здоров'я людей, матеріальних цінностей та створює надзвичайну екологічну ситуацію.

Екологія – у класичному розумінні біологічна наука, яка досліджує взаємовідносини між живими організмами і середовищем їх існування. Сучасна екологія досліджує також дію цивілізаційних процесів на довкілля з метою запобігання негативно-екологічним наслідкам техногенної діяльності людини.

Еколого-геоморфологічна проблема – це несприятлива для людини або біоти чи напружена екологічна ситуація на певній території, зумовлена небезпечним поєднанням потенціалу рельєфу, рельєфоутворювальних процесів і техногенної діяльності людини.

Еколого-геоморфологічний потенціал – характеристика, що відображає рівень сприятливості геоморфологічних умов для життя людини та біоти і функціонування природно-господарських систем.

Еколого-геоморфологічна небезпека – це процеси та явища, властивості або стани геоморфологічної (географічної) системи, які створюють загрозу для життя людей і біоти та функціонування соціально-економічних об'єктів і

природних геосистем, тобто спричиняють небажані для людини і довкілля наслідки.

Еколого-геоморфологічна напруга – система показників, які відображають поєднання на певній території чи у межах певної категорії рельєфу несприятливих геоморфологічних чинників і процесів, що створюють загрозу для існування господарських об'єктів, людини, інших живих істот.

Екологічний контроль – це спостереження за дотриманням підприємствами, установами, організаціями та громадянами вимог з охорони навколишнього природного середовища та забезпечення екологічної безпеки суспільства.

Екологічний моніторинг – це система спостережень за станом довкілля, накопичення інформації, її опрацювання, аналізування, узагальнення і передавання споживачам, забезпечення прогностичних оцінок змін навколишнього середовища та прийняття управлінських рішень в галузі охорони природи.

Екологічна оптимізація геосистем і їхніх складових – система заходів, спрямованих на досягнення гармонійності, пропорційності між формуючими її природними, господарськими і соціальними компонентами.

Екометрія – наука про вимірювання для визначення та оцінювання параметрів, що характеризують екологічний стан природного середовища, його компонентів та комплексів з позицій корисності або шкідливості для біоти і людини.

Екоситуація – зафіксований у певний момент часу стан оточуючого людину середовища і природних ресурсів на певній території, охарактеризований екологічними і соціально-економічними показниками

Забрудненість води – наявність у воді забруднювальних речовин у концентраціях, що перевищують нормативи якості води.

Забруднення навколишнього середовища – процес надходження ЗР в об'єкти навколишнього середовища чи створення в них різних механічних, хімічних, біологічних агентів, в результаті якого ці об'єкти стають частково чи повністю непридатними для використання за цільовим призначенням чи стають реальною загрозою для життя людини або інших живих організмів.

Засмічення води – привнесення у водні об'єкти сторонніх нерозчинних предметів і матеріалів.

Землі водного фонду – землі, зайняті річками, озерами, водосховищами, іншими водоймами, болотами, а також островами, прибережними захисними смугами уздовж морів, річок та навколо водойм, гідротехнічними, іншими господарськими спорудами і каналами та землі, виділені під водоохоронні смуги (смуги відведення) вздовж водних шляхів та об'єктів.

Зона напруженої екологічної ситуації (екологічно проблемна зона) – ареал (територія чи акваторія), в межах якого спостерігається перехід від критичного стану природи до катастрофічного (екологічної катастрофи).

Зона санітарної охорони – територія та акваторія, де запроваджується особливий санітарно-епідеміологічний режим для запобігання погіршення

якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання, а також для охорони водозабірних, водопровідних та інших споруд.

Канцерогени – речовини або фізичні агенти, здатні викликати утворення злякисних пухлин або сприяти їх розвиткові.

Катастрофа екологічна – подія, яка призводить до деградації природного середовища або його надмірного забруднення (зараження), що робить неможливим ведення господарства чи призводить до реальної небезпеки важких захворювань і смерті людей, мутагенних канцерогенних ефектів, до росту генетичних відхилень.

Контроль забруднення довкілля (середовища) - перевірка відповідності встановленим вимогам вмісту забруднювальних речовин у компонентах природного середовища.

Контроль якості води – перевірка відповідності показників складу і властивостей води встановленим нормам якості води.

Критерій екологічний – комплексний показник, на основі якого проводиться оцінювання, визначення чи класифікація екологічних систем, процесів та явищ.

Критичний стан ландшафту – нестійкий стан ландшафту, при якому наступна зміна, викликана тривалим господарським впливом, може привести до зміни структури або до припинення виконання ландшафтом екологічних і соціально-економічних функцій.

Навантаження антропогенне – ступінь прямого чи непрямого впливу діяльності людей на природу чи окремі її компоненти.

Мінералізація – процес перетворення органічних речовин (решток рослин і тварин) у мінеральні, що відбувається за допомогою мікроорганізмів; концентрація солей у водах.

Моніторинг поверхневих вод – система послідовних спостережень, збирання, оброблення даних про стан водних об'єктів, прогнозування їх змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень, які можуть позначитися на якості води та екологічному стані водних екосистем.

Норма забруднення – гранична концентрація речовин, що поступає або міститься в середовищі, яка допускається нормативними актами.

Норматив екологічний – показник збереження структури і функціонування екосистеми, а також всіх природних компонентів, використаних у господарській діяльності.

Охорона вод – заходи, спрямовані на збереження кількості та якості підземних і поверхневих вод в інтересах народного господарства, зокрема роботи зі збереження водоохоронної зони лісів, запобігання ерозії, очищення вод, які скидаються промисловими підприємствами тощо.

Очищення води – усунення сторонніх домішок з води механічними, фізико-хімічними і біологічними методами.

Пестициди – загальна назва хімічних речовин, що використовуються для знищення або зменшення чисельності патогенних бактерій (бактерициди),

грибів (фунгіциди), нематод (нематоциди), шкідливих комах (інсектициди), хребетних тварин (зооциди), бур'янів (гербіциди) тощо.

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

Пост водомірний – місце, обладнане для систематичного вимірювання рівня води в річках, морях, озерах, водосховищах і каналах.

Пост гідрологічний – пункт на водному об'єкті, обладнаний приладами і пристроями для проведення систематичних гідрологічних спостережень.

Прибережна захисна смуга – смуга встановленої ширини вздовж річки, моря, навколо інших водних об'єктів, в якій встановлюється суворіший режим господарської діяльності, ніж на решті території водоохоронної зони.

Прогнозування якості поверхневих вод – наукова діяльність, спрямована на передбачення змін якості поверхневих вод під впливом природних і техногенних чинників та обґрунтування можливих альтернатив розвитку загального стану і змін якісних та кількісних характеристик води у прогнозованому майбутньому.

Пункт спостереження за якістю поверхневих вод – місце на водоймищі або водотоці, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні і кількісні характеристики води і стану водного об'єкта.

Радіоекологічний моніторинг – комплексна інформаційно-технічна система спостережень, досліджень, оцінювання і прогнозування радіаційного стану біосфери і територій поблизу АЕС, потерпілих від радіаційних аварій.

Речовина забруднювальна – будь-яка хімічна речовина, тепло або біологічний вид, що в результаті господарської діяльності потрапляють у водний об'єкт або виникають у ньому в кількостях, які виходять за природні допустимі коливання або за середній природний фон, що призводить до погіршення якості води або її непридатності для водокористування чи водопостачання.

Самоочищення – сукупність фізичних, хімічних, мікробіологічних і гідробіологічних процесів, які зумовлюють розкладання, утилізацію забруднювальних речовин та частково відновлюють природну якість вод.

Сапробіонти – організми, що існують у водах, забруднених органічними речовинами.

Сапробність – комплекс фізико-хімічних властивостей організму, що зумовлює його здатність існувати у водах, забруднених органічними речовинами; забруднення води органічними речовинами.

Твердість (жорсткість) води – властивість води, зумовлена наявністю в ній розчинених солей (кальцію, магнію і деяких інших).

Техногенне навантаження – рівень промислового і сільськогосподарського освоєння певної території, розвитку гірничопромислового (видобувного) комплексу, гідромеліоративного будівництва, зарегулювання стоку річок ставками і водосховищами,

інтенсивності водоспоживання (відбору на господарські потреби поверхневих і підземних вод) і скидання стічних вод, інших техногенних впливів на НС.

Токсичність – властивість деяких хімічних елементів, сполук і біогенних речовин здійснювати отруйний вплив на організми (людини, тварин, рослин, грибів, мікроорганізмів).

Умови середовища – сукупність фізичних, хімічних і біологічних факторів будь-якого походження, впливаючих на окремі особи, популяції чи спільноту.

„Цвітіння” води – масовий розвиток фітопланктону(зелених, синьозелених, джгутикових, діатомових, перидинієвих водоростей), що викликає зміну забарвлення води, значне погіршення умов існування живих організмів (особливо кисневого режиму) у водоймах. Головною причиною «цвітіння» води є евтрофікація, що відбувається внаслідок скидання у водойми і водотоки стічних вод, збагачених органічними речовинами і біогенними елементами, а також попадання сільськогосподарських стоків з полів і ферм.

Явище екологічне – подія чи ланцюг подій, що зумовлені природними абіотичними і біотичними чинниками, які викликають зміни в середовищі життя чи здійснюють вплив на об’єкти й організми, включаючи людину.

Якість води – характеристика складу і властивостей води як компонента водної екосистеми і життєвого середовища гідробіонтів, яка визначає її придатність для певних видів водокористування.

ЗМІСТ

| | |
|---|-----|
| ПЕРЕДМОВА | 4 |
| РОЗДІЛ 1. МОНІТОРИНГ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА | 8 |
| 1.1. Сутність і завдання моніторингу навколишнього природного середовища..... | 9 |
| 1.2. Види моніторингу навколишнього природного середовища..... | 19 |
| 1.3. Державне регулювання ведення моніторингу..... | 19 |
| РОЗДІЛ 2. ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПОВЕРХНЕВИХ І ПІДЗЕМНИХ ВОД | 40 |
| 2.1. Сутність, завдання, об'єкти та суб'єкти моніторингу поверхневих і підземних вод..... | 40 |
| 2.2. Рівні та функціональна структура моніторингу поверхневих і підземних вод | 47 |
| 2.3. Принципи та алгоритми реалізації моніторингу поверхневих і підземних вод..... | 50 |
| РОЗДІЛ 3. ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК СКЛАДОВА ВОДНОГО МОНІТОРИНГУ | 56 |
| 3.1. Співвідношення понять „водний моніторинг” та „гідроекологічний моніторинг” Об'єкти і суб'єкти моніторингу..... | 56 |
| 3.2. Особливості ведення гідроекологічного моніторингу..... | 65 |
| 3.3. Принципи організації мережі гідроекологічного моніторингу.... | 71 |
| РОЗДІЛ 4. ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – ПЕРЕДУМОВА ВЕДЕННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ | 80 |
| 4.1. Суть і завдання геоекологічних досліджень для потреб гідроекологічного моніторингу..... | 80 |
| 4.2. Геоекологічне районування як основа вибору полігонів геоекологічних та гідроекологічних досліджень..... | 84 |
| РОЗДІЛ 5. НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ОСНОВА МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ | 92 |
| 5.1. Головні поняття і категорії нормування..... | 92 |
| 5.2. Нормування якості води..... | 98 |
| 5.3. Види забруднення поверхневих вод..... | 102 |
| РОЗДІЛ 6. ОРГАНІЗАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ВОД | 106 |
| 6.1. Програма моніторингу вод..... | 106 |
| 6.2. Схеми і технології моніторингових досліджень водних екосистем суші..... | 116 |
| 6.3. Система моніторингу підземних вод..... | 124 |
| 6.4. Державний моніторинг масивів поверхневих вод..... | 129 |
| РОЗДІЛ 7. ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ, КОНТРОЛЬОВАНІ ПОКАЗНИКИ ЇХ СТАНУ ТА МЕРЕЖА МОНІТОРИНГУ | 138 |
| 7.1. Хімічний склад природних вод як основа для розуміння гідроекологічних процесів..... | 138 |

| | |
|--|------------|
| 7.2. Контрольовані показники стану водних ресурсів та водних об'єктів..... | 145 |
| 7.3. Оцінка якості масивів поверхневих і підземних вод..... | 158 |
| РОЗДІЛ 8. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА..... | 164 |
| 8.1. Прилади і системи контролювання забруднення водного середовища | 164 |
| 8.2. Методи дослідження якості водного середовища..... | 167 |
| РОЗДІЛ 9. ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ..... | 190 |
| 9.1. Сутність, мета і завдання екологічного контролю..... | 190 |
| 9.2. Контроль якості води..... | 193 |
| 9.3. Екометрія..... | 195 |
| 9.4. Технічні засоби отримання, опрацювання, візуалізації та передавання інформації про стан водних екосистем..... | 197 |
| 9.5. Завдання регіональної мережі моніторингу та головні вимоги до неї..... | 199 |
| РОЗДІЛ 10. ОСОБЛИВОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ..... | 206 |
| 10.1. Загальні положення..... | 206 |
| 10.2. Мережа моніторингу внутрішніх вод ЄС..... | 207 |
| 10.3. Вибір річкових станцій для базової мережі моніторингу..... | 210 |
| 10.4. Вибір озер та джерел підземних вод як об'єктів моніторингу..... | 214 |
| 10.5. Фізичні характеристики вод та антропогенні впливи на них..... | 217 |
| РОЗДІЛ 11. ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ І НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ | 221 |
| 11.1. Проблеми моніторингу водних об'єктів | 221 |
| 11.2. Оптимізація моніторингу водних об'єктів | 223 |
| РОЗДІЛ 12. ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ МАЛОЇ РІЧКИ | 230 |
| 12.1. Мета і завдання впровадження системи геоекологічного моніторингу малої річки..... | 230 |
| 12.2. Гідрологічні характеристики басейну річки..... | 233 |
| 12.3. Головні джерела забруднення поверхневих вод..... | 237 |
| 12.4. Програма моніторингу..... | 242 |
| 12.5. Результати моніторингу геоекологічного стану річки..... | 247 |
| ДОДАТКИ..... | 252 |
| ЗМІСТ..... | 291 |
| ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК..... | 292 |

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЗЧИК

- Автоматизована система контролю якості вод 136
- Біоіндикація 156
- Біотестування 157
- Вертикаль створу 63
- Гідробіологічні спостереження 113
- Глобальна система моніторингу навколишнього середовища 14
- Горизонт створу 63
- Гранично допустима концентрація 80
- Гранично допустимий викид 83
- Гранично допустимий скид 83
- Джерела забруднення вод 53
- Забруднення води
 - біологічне 91
 - теплове 91
 - хімічне 90
 - фізичне 90
- Екологічний контроль 161
- Екометрія 166
- Лімітуюча ознака шкідливості 84
- Методи аналізу води
 - Біологічні 154
 - органолептичні 142
 - хімічні 145
 - фізичні 143
- Моніторинг
 - водний 4, 45
 - гідроекологічний 5, 45
 - глобальний 12, 14
 - детальний 12, 16
 - загальний 11, 52
 - локальний 12, 14
 - оперативний 12
 - підземних вод 33
 - поверхневих вод 33
 - природного середовища 9
 - кризовий 52
 - національний 12, 15
 - регіональний 12, 14
 - фоновий 12, 51
- Навколишнє середовище 7

Нормування
 екологічне 79, 81
 науково-технічне 79
 рибогосподарське 79
 санітарно-гігієнічне 79
Проблеми моніторингу вод
 науково-методичні 191
 організаційні 191
 правові 193
 технічні 192
 фінансові 192
Програма спостережень 96
Пункт спостереження 61
Рибогосподарські нормативи 81

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Ковальчук Іван Платонович
Курганевич Людмила Петрівна
Ковальчук Ірина Василівна

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

Редактор
Технічний редактор
Комп'ютерна верстка

Підписано до друку 2025 р. Формат 60×84/16
Папір друк. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. арк..... Обл.-вид. арк.....
Тираж 100 прим. Зам.

Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка.
79000 Львів, вул. П. Дорошенка, 4

