

МЕТОДОЛОГІЧНІ РІВНІ ОПЕРАТИВНОГО БІОМОНІТОРИНГУ В СИСТЕМІ РЕГІОНАЛЬНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ГІДРОЕКОСИСТЕМ

Натепер існують дві основні системи, які використовуються різними країнами при веденні моніторингу водних об'єктів. Це американська система RBP_s (*Rapid Bioassessment Protocols*) та британська RIVPACS (*River Invertebrate Prediction and Classification System*). Екологічні цілі, що висуваються до поверхневих вод цими програмами, спрямовані на досягнення «доброї» якості води.

Саме на цих системах засновані більшість положень Водної рамкової директиви ЄС (ВРД), яка тісно пов'язана з європейською системою EUROWATERNET, за допомогою якої країни ЄС отримують інформацію про водні ресурси (їх якість та кількість).

Вимоги EUROWATERNET до систем моніторингу поверхневих вод значно ширші, ніж у ВРД. В першу чергу, це стосується кількості створів спостережень і типів об'єктів спостережень, а саме, як еталонні так і репрезентативні створи мають охоплювати не лише крупні водотоки, але і річки 3 і 4 порядку.

Безпосередньо, ВРД забезпечує керівництво ведення оцінки якості води, де основним інструментом виступає стан біоти - так звана біологічна оцінка або "*bioassessment*". При цьому, керівні принципи ВРД не висувають жорстких вимог до вибору біологічних індикаторів, оскільки суспільства водних організмів можуть значно відрізнитись як у різних регіонах, так і у різних типах гідроекосистем. Єдиною вимогою до вибору індикаторів є їх чутливість до наявних впливів. Натомість, документ забезпечує настановами щодо аналітичних процедур, які повинні бути використані для моніторингу і оцінки різних проблем якості води, з урахуванням регіональних особливостей гідроекосистем.

Головна мета розробки нашої концепції полягає в інтеграції певного масиву знання, який пройшов перевірку фактами до пошуку закономірностей і розуміння досліджуваних процесів.

При розробці концепції впровадження технологій біомоніторингу в системі екологічного контролю річкових гідроекосистем досліджуваного регіону, за основу було взято керівні принципи провідних світових програм моніторингу, досвід сучасних гідроекологічних досліджень та результати, отримані в ході виконання поставлених до роботи завдань.

Маючи справу зі складним процесом мінливості гідроекосистем, важко сподіватись отримати універсальну модель. Але, з іншого боку, досліджувані питання мають чітко окреслені масштаби. Вони полягають у необхідності створення моделі впровадження технологій біомоніторингу виключно річкових гідроекосистем конкретного регіону.

Гідроекологічні умови характеризуються не якоюсь певною величиною, а їхньою сукупністю, тому, згідно прийнятої практики моніторингу водних об'єктів, при виконанні періодичних спостережень за станом поверхневих вод традиційно використовуються хімічні показники якості води.

Оскільки, реалізація підходів біомоніторингу, має спиратись на загальні засади оцінки стану водних об'єктів, експерти (виконавці) можуть стикнутись із випадками чотирьох типів:

- 1) наявністю широкого ряду (ретроспективних) даних гідрохімічного контролю досліджуваного водного об'єкту ($N \geq 35$ років);
- 2) наявністю короткого ряду гідрохімічного контролю досліджуваного водного об'єкту ($15 < N < 35$ років);
- 3) відсутністю бази даних багаторічних спостережень ($0 \leq N \leq 15$ років);
- 4) аварійні ситуації чи наявність джерел надходження стічних вод («гарячих точок»).

Тому, залежно від наявності в експерта повної чи обмеженої кількості необхідної інформації про досліджуваний водний об'єкт, або їх відсутності, виникає необхідність розробки різних видів моделей з різними методологічними підходами до ведення біологічного контролю.

Базовою, тобто прийнятою за основу для розробки інших видів моделей, є модель №1, що ґрунтується на використанні даних багаторічних спостережень за конкретним водним об'єктом. Вона передбачає аналіз просторово-часової динаміки хімічних показників якості води та хімічного складу ДВ, співставленні даних з існуючими екологічними нормативами та представленні результатів у вигляді інтегральних характеристик стану гідроекосистем. Це дозволяє виявити основні фактори формування стану гідроекосистеми, оцінити їх мінливість та передбачити можливі адаптаційні механізми в структурі гідроекосистем. В якості біологічних критеріїв оцінки модель передбачає застосування методів ранньої діагностики організмів порушень гідробіонтів («*in situ*») та методів біотестування поверхневих вод та донних відкладів («*ex situ*»). Перша група методів дозволить з'ясувати можливі початкові прояви негативних змін у екологічному стані водойми, що за умови зворотного зв'язку з органами управління, дозволить вжити необхідних заходів з їх попередження. Друга група методів, згідно нормативно-

законодавчих вимог, забезпечить оцінку рівнів токсичності води та ДВ, що і становитиме основні звітні дані проведення процедури біомоніторингу.

Для обмеженого ряду спостережень може бути використана модель №2 перехідного типу, яка ґрунтується на аналізі наявного короткого ряду спостережень за хімічними показниками якості води та ДВ, певному розширенні технологій біомоніторингу базової моделі №1 та продовженні наявного короткого ряду спостережень за пріоритетними гідрохімічними показниками. Перелік останніх визначається за результатами проведеного аналізу наявного короткого ряду хіміко-аналітичних даних та їх співставленні з результатами біомоніторингу.

Модель №3 дає розв'язання проблеми відсутності даних багаторічних спостережень шляхом оцінки хронічної токсичної дії водного середовища та донних відкладів. За неможливості проведення комплексної оцінки екологічного стану водойми за гідрохімічними параметрами такі методи дозволять сформувати подальшу схему ведення моніторингу, з перспективою подальшої реалізації методологій біомоніторингу моделі №2.

У випадках аварійних ситуацій, або за необхідності проведення оперативного контролю стану гідроекосистеми в місцях скиду стічних вод, чи інших «гарячих точок» можуть застосовуватись методи діагностики мутагенних ефектів забруднень та рівнів токсичності компонентів гідроекосистеми в умовах реального часу, що передбачає модель №4. Маючи відповідні напрацювання ведення біомоніторингу гідроекосистем у даному регіоні та відповідні прогностичні моделі, такий підхід дозволить встановити перелік тих хімічних речовин, за якими необхідно здійснити аналітичний контроль у першу чергу. Це сприятиме як економії матеріальних та трудових затрат, так і вжиттю невідкладних заходів з усунення наслідків аварійних ситуацій, чи впливу «гарячих точок».

Методологія застосування підходів біомоніторингу в межах всіх представлених моделей передбачає оцінку статистичної значущості результатів спостережень, за можливості, проведення порівняння критеріїв біологічних індикаторів з референтними умовами та зведення показників біомоніторингу до відповідних індексів. Поєднання екологічної індексації параметрів хімічного та біологічного контролю сприятиме зведенню отриманих результатів до зрозумілої для всіх зацікавлених сторін інформації про екологічний стан досліджуваних гідроекосистем.

Технології біомоніторингу можуть успішно використовуватись і для оцінки дієвості та успішності заходів з усунення негативних наслідків ефектів забруднень.

Напрацьовані в ході виконання досліджень методи оперативного контролю стану гідроекосистем зовсім не заперечують важливості проведення довгострокових та масштабних методів біологічного моніторингу, наприклад, структурних (чисельність та видовий склад гідробіонтів, зміни структури суспільств) та функціональних змін водойм (характер продукційно-деструкційних процесів, реалізація потоків енергії та речовини тощо).

Однак, незаперечним є факт, що цінність методів оперативної діагностики полягає у їх відносній простоті, швидкості виконання, можливості проведення досліджень у польових умовах, залучення широкого кола експертів та, найголовніше, чутливості й показовості при виявленні комбінованих ефектів забруднень та з'ясуванні еколого-токсикологічних характеристик досліджуваних водойм.

Безумовно, за сучасних еколого-економічних та соціально-адміністративних змін в Україні, досягти досконалої системи моніторингу водних ресурсів складно. Разом з тим, міжнародні зобов'язання держави вимагають аналітичних рішень, які б сприяли реалізації євроінтеграційних процесів. Можна вести розробки та шукати рішення поетапно, спочатку за спрощеними схемами, з подальшим їх вдосконаленням.

В ідеалі, будь-які рішення, стосовно оцінки здоров'я гідроекосистем повинні спиратись не на обмеженість ресурсів, а на виважені принципи екологічної стійкості в рамках національних програм з охорони та відновлення водних ресурсів, що сприятиме інтеграції водної та екологічної політики України до міжнародних зобов'язань.