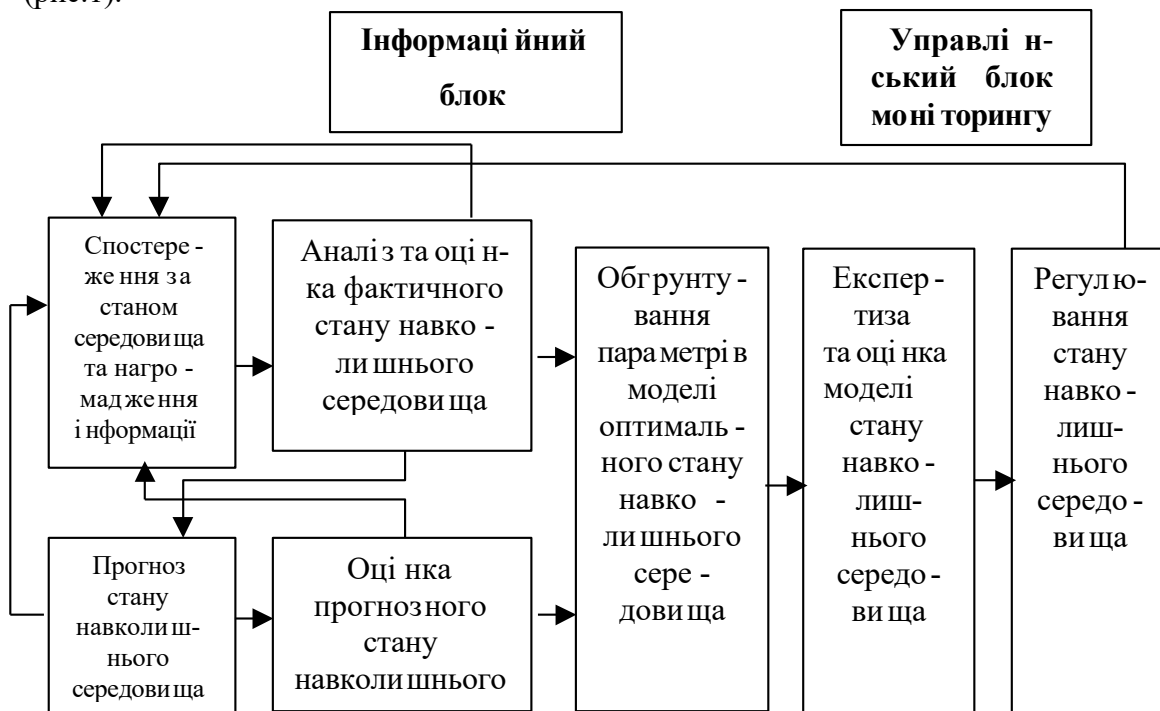


*Р.В.Волчанський*

### **МОНІТОРИНГ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

У різних видах наукової і практичної діяльності людина здавна використовувала метод спостереження — спосіб пізнання, заснований на відносно тривалому, цілеспрямованому і планомірному сприйнятті предметів та явищ навколишньої дійсності. Вже у XX столітті почали вживати термін “моніторинг” для позначення системи повторних цілеспрямованих спостережень за поведінкою одного чи кількох елементів природного середовища у просторі і часі. В останні десятиліття суспільство все ширше використовує у своїй діяльності інформацію про стан природного середовища. Ця інформація потрібна в повсякденному житті людей, при веденні господарства, у будівництві, при

надзвичайних ситуаціях. Але зміни в стані навколишнього середовища відбуваються як під впливом природних, так і техногенних процесів. Оцінка ролі антропогенних змін середовища на екологічну ситуацію виступає специфічним завданням моніторингу. Екологічний моніторинг - інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу змін стану навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенної складової цих змін на фоні природних процесів [2]. Систему такого моніторингу можна відобразити у вигляді блокової моделі (рис.1).



**Рис. 1. Блокова модель системи моніторингу**

Г.К.Бондарик і Л.А.Ярг (1990) моніторингом називають систему інформаційного забезпечення процесу управління природно-технічною системою (ПТС), яка дозволяє оптимізувати її функціонування в заданому аспекті: екологічному, економічному, технічному. Моніторинг представляє собою систему нагляду за режимом функціонування і прогнозу поведінки ПТС [1].

Система екологічного моніторингу повинна забезпечувати накопичення, систематизацію та аналіз інформації:

- про стан навколишнього середовища;
  - про причини існуючих і ймовірних змін стану навколишнього середовища (про джерела впливу і фактори);
  - про допустимість змін і навантажень на середовище в цілому;
  - про існуючі резерви біосфери.
- Таким чином, у систему екологічного моніторингу входять спостереження за станом елементів геосфери, зокрема, геоморфосфери та спостереження за джерелами і факторами антропогенного впливу.
- З приведених визначень і покладених на систему функцій випливає, що моніторинг включає п'ять основних напрямків діяльності:

- спостереження за факторами впливу і станом природного середовища;
- оцінку фактичного стану природного середовища;
- прогноз стану навколишнього природного середовища й оцінку прогнозованого стану;
- моделювання змін стану природного середовища;
- обґрунтування пропозицій, спрямованих на оптимізацію стану довкілля та управління поведінкою геосистем.

Моніторингом навколишнього середовища називають регулярні, виконувані по заданій програмі спостереження за компонентами природного середовища, природними ресурсами, рослинним і тваринним світом, які дозволяють оцінити стан і зміни цих компонентів під впливом антропогенної діяльності людини. Моніторинг по своїй суті є системою, що включає спостереження, оцінку отриманої інформації, прогноз, оцінку прогнозованої ситуації, обґрунтування схем оптимізації, використання компонентів природного середовища, прийняття управлінських рішень, контроль за їх реалізацією, тощо.

Основними принципами моніторингу повинні бути комплексність, систематичність, уніфікованість методик та апаратного забезпечення, чітко визначена періодичність спостережень та їх тривалість.

Для реалізації моніторингу пропонується наступний алгоритм:

- вибір об'єктів спостережень;
- обстеження виділеного об'єкта;
- планування досліджень;
- оцінка стану об'єкта і побудова його інформаційної моделі;
- прогнозування змін стану об'єкта спостережень
- представлення отриманої інформації у зручній для використання формі;
- використання отриманої інформації при прийнятті управлінських рішень.

Основною метою моніторингу є отримання та забезпечення достовірною екологічною інформацією державні управлінські органи і громадськість та забезпечення робіт на підтримку екологічної безпеки. Досягнення цієї мети дозволяє:

- оцінити стан середовища існування людини;
- виявити причини відхилення реальних показників від гранично допустимих;
- оцінити наслідки зміни показників стану довкілля;
- обґрунтувати організаційні і технічні рішення для ліквідації причин порушення екологічної рівноваги.

Екологічний моніторинг повинен бути зорієнтованим на отримання трьох груп даних:

- встановлених параметрів антропогенного впливу;
- діагностику антропогенного впливу;
- попередження негативних наслідків антропогенного впливу.

Основними завданнями екологічного моніторингу найчастіше виступають:

- спостереження за джерелами антропогенного впливу;
- спостереження за чинниками антропогенного впливу;
- спостереження за станом забруднення природного середовища;
- оцінка ступеня забруднення і змін стану природного середовища;
- прогноз забруднення природного середовища та його компонентів.

Екологічний моніторинг може мати різний масштаб та охоплювати:

- підприємство;
- населений пункт;
- територію чи акваторію.

Інформаційними потоками, необхідними для здійснення екологічного моніторингу, виступають:

- джерела надходження забруднюючих речовин у навколишню природне середовище;
- процеси переносу і міграції забруднюючих речовин у природному середовищі;
- стан здоров'я людини;
- реакція екосистем на антропогенний вплив.

Існують різні підходи до класифікації моніторингу (за характером поставлених завдань, за рівнями організації, за кількістю компонентів природного середовища за якими ведеться моніторинг). Відображена у таблиці 1 структура екологічного моніторингу охоплює вивчення компонентів геосистем, факторів та чинників впливу на них.

**Таблиця 1. Структура екологічного моніторингу**

| Вид моніторингу                                    | Об'єкт моніторингу                                 |                          |                          |                             |                        |                    |                          |                            |                      |                       |                             |                               |                                |                          |  |  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--|--|
| Моніторинг джерел впливу                           | Джерела впливу на компоненти природного середовища |                          |                          |                             |                        |                    |                          |                            |                      |                       |                             |                               |                                |                          |  |  |
| Моніторинг чинників впливу                         | Природні чинники впливу                            |                          |                          |                             |                        |                    |                          |                            |                      |                       | Антропогенні чинники впливу |                               |                                |                          |  |  |
|                                                    | Моніторинг гірських порід                          | Геодинамічний моніторинг | Моніторинг підземних вод | Геоморфологічний моніторинг | Ландшафтний моніторинг | Моніторинг ґрунтів | Гідрологічний моніторинг | Моніторинг морів і океанів | Моніторинг атмосфери | Моніторинг біоценозів | Генетичний моніторинг       | Медико-біологічний моніторинг | Медико-географічний моніторинг | Демографічний моніторинг |  |  |
| Моніторинг стану компонентів природного середовища |                                                    |                          |                          |                             |                        |                    |                          |                            |                      |                       |                             |                               |                                |                          |  |  |
| Моніторинг геосистем та об'єктів довкілля          | Моніторинг геосфери                                |                          | Моніторинг геосистем     |                             |                        |                    |                          |                            |                      |                       | Моніторинг біосистем        | Моніторинг соціосистем        |                                |                          |  |  |

Таким чином, екологічний моніторинг включає як геофізичні, так і біологічні аспекти, що вимагає застосування широкого спектру методів і прийомів досліджень при його здійсненні.

Важлива роль в оцінці стану природного середовища належить вивченню стану геоморфосфери і її техногенних змін. Аналіз і прогноз техногенних змін геоморфологічного середовища є складною проблемою, що включає одночасний аналіз територіальних особливостей господарства і способів його ведення та його

взаємодії з навколишнім середовищем. Ця проблема має різні цільові, масштабні, просторово-часові аспекти.

Не підлягає сумніву, що дальший господарський розвиток буде зумовлювати зростання ризику виникнення природних, техногенних і технологічних аварій та катастроф. Підвищення екологічного ризику пов'язане з тим, що небезпечні технічні системи часто розміщуються в місцях найбільшої концентрації населення, а також у районах із високою сейсмічністю і геодинамічною напругою.

У зв'язку з цим, першочергове значення мають моніторинг, аналіз і відображення загальних закономірностей впливу господарської діяльності на хід природних процесів, якісна і кількісна оцінки їхньої техногенної активізації. Екзогенні геоморфологічні процеси в геоморфології, геології і географії вивчаються різними методами, але загальним для них є не стільки дослідження, спостереження і вимір параметрів процесів, скільки аналіз результатів діяльності процесів - відкладів, форм рельєфу - і стеження за їхніми змінами у часі і просторі

Постає питання вибору параметрів та показників екзогенних геоморфологічних процесів, за якими повинен вестись моніторинг. Кількісні показники, критерії, параметри, що характеризують екзогенні геоморфологічні процеси (ЕГП), динаміку і безпеку їхнього прояву за своїм змістом і структурою можна поділити на три основні групи [3].

До першої групи належать показники, що характеризують форми прояву процесів. Вони є первинними, визначаються шляхом спостереження за формами рельєфу у польових умовах при проведенні зйомок чи обстежень різних масштабів, а також при дешифруванні аерофотознімків, топооснов та інших графічних матеріалів. Первинні показники є вихідними для складання розрахункових показників ЕГП. Такий принцип базується на фактичному стані вивченості екзогенних геоморфологічних процесів, на наявних методах і відповідному технічному забезпеченні. В ідеалі до цих емпіричних параметрів необхідно додати показники чисто фізичні, особливо - енергетичні.

До другої групи відносяться показники, що характеризують поширення процесів та інтенсивність їхнього прояву. Ці показники отримуються в ході стаціонарних та експериментальних досліджень, сюди ж відносять розрахункові показники, одержувані на основі показників першої групи. Вони є регіональними за своєю географією.

До третьої групи відносяться показники, що характеризують розвиток процесу в часі, динаміку чи швидкість (активність прояву) ЕГП як на окремих формах, так і на певних ділянках, в районах, регіонах. Показники цієї групи варто розділити на детальні, що характеризують окрему форму прояву процесу, точніше, динаміку чи активність його розвитку; локальні, що характеризують активність прояву процесу на території з однаковими геологічними та геоморфологічними умовами, тобто розвиток групи генетично однакових форм; регіональні, що характеризують активність прояву процесу на значній за площею території, але з однорідним багаторічним режимом швидкозмінних факторів. У межах цих груп виділяються уніфіковані, подібні за характером і змістом показники. Вони характеризують як природний, так і техногенно зумовлений розвиток ЕГП.

Показники першої групи розраховуються на основі картографічної інформації. До них належать лінійні, площинні й об'ємні розміри форм прояву

описуваного процесу та його складових елементів.

Показники ЕГП другої групи є найбільш уніфікованими. Поширення чи інтенсивність прояву процесів характеризується через ураженість території цими процесами за допомогою коефіцієнта ураженості В залежності від генетичних особливостей прояву процесу використовуються три різновиди коефіцієнта ураженості - площинний, лінійний і коефіцієнт частоти прояву того чи іншого геоморфологічного процесу.

Площинний коефіцієнт ураженості території певним геоморфологічним процесом являє собою відношення сумарної площі усіх форм до загальної площі ділянки. Таким коефіцієнтом характеризуються зсуви, обвали, осипи, заболочування, карст тощо.

$$K_S = \sum_{i=1}^n S_i / S_0,$$

де  $K_S$  - площинний коефіцієнт ураженості,  $\sum S_i$  - сумарна площа форм рельєфу створених певним видам ЕГП,  $S_0$  - загальна площа ділянки.

Лінійний коефіцієнт ураженості характеризує лінійні процеси - абразію, селі, руслову та яркову ерозію тощо. Він являє собою відношення сумарної довжини ділянок розвитку процесу до загальної довжини берега (абразія, руслова ерозія) чи водотоків (селі).

$$K_L = \sum_{i=1}^n L_i / L_0,$$

де  $K_L$  - лінійний коефіцієнт ураженості,  $\sum L_i$  - сумарна довжина форм рельєфу, створених певним ЕГП,  $L_0$  - загальна довжина досліджуваного об'єкту.

Коефіцієнт частоти прояву являє собою відношення кількості форм прояву процесу на одиницю площі до одиниці часу. Застосовується рідше, в основному для процесів з однаковими розмірами форм прояву - карсту, суфозії та ін.

$$K_T = (N_2 - N_1) / ST,$$

де  $K_T$  - коефіцієнт частоти прояву ЕГП,  $N_2 - N_1$  - кількість форм рельєфу, створених певним видом ЕГП на різних інтервалах часу,  $S$  - площа території,  $T$  - час між двома обліковими періодами спостережень.

Показники ЕГП третьої групи є результатом повторних, у тому числі й стаціонарних, режимних спостережень за ЕГП на різнорангових об'єктах. Вони отримуються також на підставі порівняльного дешифрування різночасових аерокосмофотознімків, топографічних карт. Ці показники характеризують розвиток (активність прояву) ЕГП як природних, так і техногенно зумовлених. У багатьох випадках вони відображають швидкість процесу - абразії, ерозії, карсту, суфозії, заболочування та ін. При цьому розрізняють регіональні, локальні і детальні показники.

Так, наприклад, для зсувів регіональними показниками будуть: кількість зсувів, що утворилися, кількість зсувів, що активізувалися, кількість активних зсувів (сума тих, що утворилися й активізувалися), коефіцієнт зсувної активності (відношення числа активних зсувів до загальної їх кількості на даній території). Регіональні показники відносяться до проміжку часу, рівного 1 або 2-3 рокам (тривалість періоду активізації). Локальні показники - площа знову утворених зсувів, площа зсувів, що активізувалися, площа активних зсувів, коефіцієнт

зсувної активності (площинний). Показники визначаються для року чи сезону активізації процесу. Детальні показники - величина зсуву чи окремих його частин (блоків), об'єм мас, що змістилися за місяць, декаду чи добу; максимальна швидкість зсуву, середня швидкість зсуву.

Для селів - регіональними показниками є кількість водотоків, по яких пройшли селі за рік чи сезон; коефіцієнт регіональної селективності. Локальні показники - кількість селів, що пройшли по водотоці чи групі водотоків за місяць чи селенебезпечний сезон. Детальні показники - кількість селів, що пройшли по водотоці, об'єми селевих наносів, максимальні розміри перенесеного уламкового матеріалу. На підставі отриманих показників розраховується середня частота проходження селів по селевому водотоці, середні об'єми селевих наносів по кожному водотоці.

Регіональними показниками для процесів просідання є величина збільшення площі, ураженої процесом за рік, кількість просідань, що утворилися за рік або інший період часу. Детальні показники - збільшення площі окремої форми за рік, швидкість просідання земної поверхні.

Регіональними показниками для абразійних процесів є довжина берега (кліфу), що піддається абразії за рік чи за сезон, коефіцієнт (річний чи сезонний) активності абразії (відношення сумарної довжини кліфу, що зазнає абразії, до всієї довжини кліфу). Детальні показники - швидкість абразії (відступання кліфу) за рік, сезон, місяць, декаду, добу, об'єм розмиву (абразія на одиницю довжини кліфу за рік, сезон, місяць, декаду, добу).

Для характеристики карсту використовують такі регіональні показники, як кількість карстових форм, що утворилися, кількість карстових форм, що активізувалися, кількість активних карстових форм (сума тих, що утворилися й активізувалися), коефіцієнт активності карсту (відношення кількості активних форм до загальної їхньої кількості). Регіональні показники визначаються для року і для великого періоду. Детальні показники - збільшення розмірів та обсягу карстової форми за рік чи більший період, швидкість карстової денудації (вилуговування), яка залежить від величини мінералізації підземних вод в різні проміжки часу, зміни ваги спеціальної таблетки (метод "таблетки").

Для вивчення суфозії у якості регіональних показників використовувалася величина збільшення ураженої процесом площі за рік, а детальних – збільшення об'єму суфозійних форм за одиницю часу.

При дослідженні руслової ерозії у якості регіональних показників виступають кількість водотоків, на яких спостерігається руслова ерозія (по середніх і малих басейнах) протягом року; сумарна довжина ділянок берега, яка зазнала бічної ерозії за рік чи сезон. Річний чи сезонний коефіцієнт активності руслової ерозії (відношення сумарної довжини берегів, що зазнають ерозії, до загальної довжини лівого і правого берегів). Детальні показники - швидкість розмиву (підмиву) берега за рік, сезон, місяць, декаду, добу.

При моніторингу яркової ерозії в якості регіональних показників виступають кількість ярів, що утворилися; кількість ярів, що активізувалися; кількість активних ярів (сума, що утворилися й активізувалися); коефіцієнт активності яркової ерозії (відношення кількості чи сумарної довжини активних ярів до загальної кількості чи загальної довжини ярів на даній території). Регіональні показники визначаються для року чи сезону. Локальними (детальними) показниками є збільшення довжини яру, збільшення глибини яру,

збільшення об'єму яру за сезон, місяць, декаду, добу, а також швидкості росту (розмиву) яру в довжину, ширину і глибину за сезон, місяць, декаду, добу (в т.ч. максимальні).

Система моніторингу геоморфосфери є важливою складовою та інструментом оптимізації різних етапів господарювання: планування, будівництва, експлуатації й управління ПТС. Використання даних моніторингу, отриманих під час режимних спостережень, у поєднанні з інформацією про геоморфосферу в цілому і види техногенного впливу дозволяють перейти до створення прогностичних моделей геоморфосфери, за допомогою яких можна оцінити альтернативні варіанти впливу на середовище і виявити найбільш оптимальні рішення еколого-геоморфологічних проблем. Отримана інформація може бути використана для оперативного встановлення джерел збитків і негативного впливу, може виявити критичні фактори впливу, інертні і мобільні компоненти геоморфологічного середовища та обґрунтувати заходи їхнього захисту, визначити допустимі параметри техногенного навантаження на геоморфологічне середовище, оцінити ефективність і доцільність застосування різних форм освоєння території.

1. Бондарик Г.К., Ярґ Л.А. Природно-технические системы и их мониторинг//Инженерная геология. – 1990. - №5 - С.3-9; 2. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометгеоиздат, 1984. – 560 с.; 3. Опасные экзогенные процессы /В.И.Осипов, В.М.Кутепов., В.П.Зверев и др./ Под ред. В.И.Осипова. – М.: ГЕОС, 1999. – 290 с.