**Тема 7. Еколого-геологічний моніторинг, його складові та рівні.**

**Поняття моніторингу** оточуючого середовища вперше було запропоновано Р.Менном у 1972 р. на Стокгольмській конференції ООН. Зараз це загальноприйнята система, яка розподіляється на декілька підсистем і видів, наприклад, моніторинг гідрологічний, морів і океанів, атмосфери, біогеоценозів, лісів, тощо. **Еколого – геологічний моніторинг, або моніторинг геологічного середовища (МГС)** – це система режимних спостережень, оцінки, прогнозу і розробки рекомендацій щодо оптимального управління геологічним середовищем, або його частиною, яка виконується за попередньою програмою з метою забезпечення оптимальних екологічних умов для людини і біоти.

Виділяється декілька **видів моніторингу геологічного** середовища, зокрема: гідрогеологічний, геофізичний, сейсмічний, інженерно – геологічний, геохімічний, геокринологічний, ґрунтів і нарешті, комплексний, який охоплює всі перелічені вище види моніторингу, або мотивовану більшість з них. **За масштабом** охоплювання і детальністю вивчення території виділяється об’єктовий, локальний, регіональний, державний і глобальний моніторинг.

**За службовою приналежністю** виділяється державний, відомчий, об’єктовий моніторинги. Основна мета моніторингу – забезпечення можливості контролю і управління станом геологічного середовища як складової природно–техногенної системи, або, в окремих випадках, як природної компоненти оточуючого середовища, що можливо потребує (зараз, або в майбутньому) окремих елементів управління.

Моніторинг можна розглядати як систему процедур, які групуються в цикли: спостережень (С1), оцінки стану середовища за результатом спостережень (О1), прогнозу змін середовища (П1), розробки рекомендацій за результатами прогнозу щодо управлінських рішень (Р1). Далі ці рекомендації передаються для реалізації управління (У1), у відповідні установи. Потім спостереження поповнюються новими даними з урахуванням наслідків управляння і процедури повторюються на нових циклах – С2, О2, П2, Р2, У2, С2, О3, П3, Р3, У3 .

Важливою умовою виконання моніторингу є **система виробничих робіт**, яка ґрунтується на виробничій базі моніторингу. В її складі знаходяться всі види попередніх і проміжних зйомочних робіт територій, які підлягають моніторингу, системи спостережень свердловин, шурфів, реперів, лізиметрів, дослідних майданчиків тощо. Крім того у виробничу базу моніторингу входять будь–яке моделювання геологічного середовища, його елементів і природно–техногенних систем (натурне, імітаційне, математичне).

Обов’язковою умовою виконання моніторингу повинна бути наявність **системи науково–методичних розробок**. Розробка, придбання і адаптація комплексу методик, що потрібні при плануванні, організації і роботі моніторингу, при проведенні спостережень, при аналізі і оцінці результатів досліджень і, нарешті, при прогнозуванні і розробці рекомендацій для управлінських рішень – все це входить в систему науково–методичних розробок. Методичне забезпечення моніторингу складається фахівцями геологічного і суміжних профілів, які мають відповідну екологічну підготовку і досвід роботи. Важливим елементом структури моніторингу є також система технічного забезпечення. До неї належать: апаратура для спостережень (датчики, індикатори, прилади), технічні засоби для виконання польових зйомочних і рекогносцирувальних робіт (бурові установки, пересувні лабораторії і геофізичні станції, прилади для польових випробувань), автотранспорт, комп’ютери, засоби зв’язку, оргтехніка.

Основою системи будь–якого моніторингу є **мережа спостережень**. Вона забезпечує рівномірний, або цільовий збір інформації про середовище в цілому і його окремі елементи. В залежності від призначення моніторингу геологічного середовища використовуються такі основні групи спостережень і досліджень.

**Інвентаризаційні с**постереження (дослідження) проводяться для початкової або періодичної оцінки стану і змін геологічного середовища. Виконуються вони рідко, базуються на досить коштовних методах досліджень. Коли йдеться про великі за площею території, то важливим видом таких досліджень може бути еколого–геологічна зйомка, яка в залежності від стану, тенденції і важливості території може проводитись 1 раз в 20 – 80 років. В будь–яких випадках інвентаризаційні спостереження виконуються суттєво рідше ніж звичайні. Ними охоплюються елементи геологічного середовища з низькою швидкістю змін природного чи техногенного характеру. Інвентаризаційні спостереження періодично виконуються також в межах заповідників для отримання фонових оцінок змін екологічного середовища.

**Ретроспективні спостереження** направлені на аналіз стану і тенденцій змін геологічного середовища в минулому з метою попередньої оцінки можливих змін в майбутньому.

**Режимні стаціонарні** спостереження виконуються на спостережних ділянках (полігонах), постах і пунктах з метою виявлення закономірностей процесів. Вони націлені на вивчення циклічних коливань процесів з різною частотою (добовою, декадною, місячною, сезонною, річною, багаторічною тощо). Виконання режимних спостережень націлено на рішення прогнозних задач, пов’язаних з виявленням напрямку і інтенсивності розвитку процесів і явищ. Режимні спостереження як частину цільового моніторингу виконують на різних стадіях інженерних вишукувань при проектуванні будівництва. При цьому, основний об’єм режимних спостережень виконується на стадії детальних досліджень. Зрозуміло, що як елемент моніторингових досліджень, він доповнюється іншими видами моніторингу.

**Методичні спостереження** націлені на вдосконалення методів і конкретних методик моніторингу, або на корегування програми виконання моніторингу. Слід відзначити що моніторинг може бути розділений на виробничий і науковий. Виробничий моніторинг виконується виробничими організаціями для вирішення конкретних прикладних завдань. Науковий моніторинг виконується для отримання принципово нових знань щодо процесів і явищ, які теж можуть бути новими для досліджень. Їх пізнання потребує розробки спеціальних програм, методів і методик досліджень, які апробуються на спеціальних науково–дослідницьких полігонах. Отже науковий моніторинг характеризується більш високим рівнем наукових досліджень ніж методичний моніторинг.

В залежності від ступеня комплексності і направленості моніторингу виділяють спостереження за наступними елементами геологічного середовища:

1. склад, стан, властивості і зміни ґрунтів, гірських порід, техногенних ґрунтів;
2. режим, динаміка і геохімія підземних вод;
3. екзогенні і ендогенні геологічні процеси (карст, суфозія, зсуви, обвали, землетруси, тощо);
4. інженерно – геологічні властивості і явища;
5. рельєф (техногенні порушення, розчленування, динаміка змін, тощо);
6. процеси взаємодії інженерних споруд і геологічного середовища (усадки ґрунтів, стан і зокрема цілісність фундаментів, витоки техногенних вод, тощо).

Зокрема відбір проб чи вимірювання показників відбуваються в фіксованих пунктах. Планування системи пунктів спостереження виконується з урахуванням характеру просторової неоднорідності показників геологічного середовища, або його окремих елементів, а також джерел і можливих напрямків техногенного впливу. Попередній аналіз неоднорідності геологічного середовища повинен проводитися з урахуванням можливих шляхів міграції забруднень (атмосферного, наземного, підземного з підземними водами). Дуже важливим є виявлення можливих аномальних шляхів міграції забруднень (западин, тальвегів, балок, ярів, тощо) Отже, планування спостережної мережі моніторингу потребує попередніх досліджень території, її картографування, типізації і районування по умовам виникнення і розвитку тих чи інших геологічних і, зокрема, міграційних процесів, а також природних і техногенних факторів, які впливають на зміни еколого – геологічних умов.

**Призначенням** МГС є встановлення тенденцій розвитку ГС або його частини у межах ПТС і на основі цього – прийняття керуючих рішень по оптимізації функціонування ПТС. Основною метою МГС повинен бути оперативний контроль стану та прогнозування змін ГС, а також розробка природоохоронних заходів і керуючих рішень на базі результатів моніторингових досліджень. Окрім управлінських задач, МГС має виконувати і науково-дослідні задачі (наприклад, перевірка будь-якої теоретичної моделі і т.ін.).

Структурну схему МГС можливо надати у вигляді 2-х основних блоків – контролю і управління, які пов’язані між собою каналами інформації, а також автоматизованої інформаційної системи (АІС) і системи інженерного захисту. Ця схема відображає і функціональну структуру МГС у вигляді складної макросистеми, яка складається із систем різного призначення і функцій. Нижче наведено загальну характеристику основних, логічно пов’язаних, системних блоків за даними В.О. Корольова.

**I. Рівні моніторингу**. Нижчим ієрархічним рівнем є детальний (об’єктний) МГС (система моніторингу території підприємств, родовищ корисних копалин, господарських комплексів і т. ін.). Сукупність систем детального моніторингу утворює локальний рівень МГС (міські, районні системи МГС). Детальний і локальний моніторинг призначений для оцінки змін ГС під впливом існуючого, або об’єкту (комплексу об’єктів), які проектуються. Локальні системи об’єднуються в системи регіонального МГС - для оцінки змін ГС територій комплексного антропогенного засвоєння (обласних територіально-виробничних комплексів і т.ін.). Системи регіонального МГС об’єднуються в єдину національну (державну) мережу МГС (наприклад, система екологічного моніторингу України, яка включає і блок МГС). В межах екологічної програми ООН національні системи моніторингу об’єднуються в єдину міждержавну (глобальну) мережу – “Глобальна система моніторингу навколишнього середовища” (ГСМНС), яка включає і геологічну складову.

II. **Функціональна система.** Суть і зміст МГС складає система цілеспрямованої діяльності, яка включає упорядкований набір процедур, організованих в цикли: спостережень (С1), оцінки стану ГС за результатами спостережень (О1), прогнозу розвитку ГС (П1) і управління (У1). Масив інформації постійно поповнюється новими даними на новому терміновому циклі (С2, О2, П2, У2 і т. ін.), тобто МГС представляє собою постійно діючу, складно побудовану, циклічно функціонуючу систему, яка розвивається у часі по спіралі.

III. **Об’єкти моніторингу**. Основними об’єктами спостережень і вивчення є: родючі ґрунти, гірські породи, штучні ґрунти, рельєф території, підземні води, геологічні і інженерно-геологічні процеси та явища, система інженерного захисту. Слід відзначити, що віднесення родючих ґрунтів до об’єктів МГС залежить від трактування поняття “геологічне середовище”. До об’єктів підсистеми МГС можливо відносити: моніторинг ПВ, моніторинг екзогенних геологічних процесів і т.ін., які у свою чергу можуть бути деталізовані. Наприклад, у підсистемі гідрогеологічного моніторингу можливо виділяти: забруднення ПВ, виснажування запасів ПВ, підтоплення територій, фоновий режим ПВ і т. ін. Оскільки усі компоненти ГС взаємопов’язані, то МГС може охоплювати не окремі частини, а бути комплексним.

IV. **Виробнична база.** Ця система об’єднує різні джерела отримання інформації про ГС: різні види інженерно-геологічних, гідрогеологічних, геофізичних, геохімічних, геоморфологічних та інших спостережень; усі види зйомочних робіт; лабораторні дослідження; різні роботи по організації системи інженерного захисту; моделювання ГС і його елементів і т. ін.

V. **Система науково-методичних розробок** включає в себе методики і програми спостережень, методики оцінки і прогнозування та є “мозковим центром” усього МГС.

VI. **Технічна база.** До технічного забезпечення входять: апаратура для спостережень і збору первинної інформації про стан ГС, технічні засоби для польових досліджень, транспортні засоби, лабораторне обладнання, обчислювальна техніка, оргтехніка і т. ін.

Основу організаційної структури МГС складає автоматизована інформаційно-пошукова система (АІПС), яка створюється на базі ЕОМ для зберігання і пошуку режимної інформації про стан ГС и ПТС; цілеспрямованої постійної обробки і оцінці інформації; виконання перманентних прогнозів стану і розвитку ГС; рішення задач по оптимізації управління ГС.

**Особливості проведення моніторингу в Україні**

Створення системи екологічного моніторингу (СЕМ) „Україна” здійснюється відповідно до Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” (статті 20 і 22) і пов’язаним з цим рішенням Уряду України.

Спостереження (вимірювання) параметрів стану геологічного середовища (ГС) здійснюється в загальному випадку **на чотирьох рівнях зондування літосфери**: космос - повітря - земля -свердловина, що забезпечує отримання геологічної, гідрогеологічної, геофізичної, геохімічної та іншої інформації в різних масштабах (регіональному, територіальному або зональному, локальному і об’єктовому). Для цього використовуються відповідні методи і засоби, серед яких значне місце посідають картографічні відображення ретроспективного, існуючого і прогнозного стану ГС. Основні задачі, які постають перед геологічною службою України в плані моніторингу геологічного середовища (МГС), обумовлені такими принципами:

- наявністю цілого ряду природно-техногенних систем (ПТС), пов’язаних з геологорозвідувальними, гірничовидобувним та гірничопромисловим комплексом, які знаходяться на стадіях оптимального розвитку (розробка родовищ), на стадіях ліквідації (відпрацьовані запаси) та в післяліквідаційний період (в межах ПТС рекомендується організація мережі спостережень за станом довкілля, формування геоінформаційних систем (ГІС), ускладнення постійно діючих моделей, прогноз та керований контроль);

- паралельно створюється мережа спостережень за фоновим рівнем, які забезпечують потік інформації поза екстремальними ситуаціями в рамках ГС.

Отже, створення у складі СЕМ „Україна” блоку відомчого екологічного моніторингу „геологічне середовище” (БВЕМ ГС) є органічним і актуальним вдосконаленням системи геологічної діяльності, яке з кінця 1980-их років передбачає проведення еколого-геологічних досліджень (еколого-геологічне картографування території).

Безперервне стеження за динамікою змін усіх компонентів ПАГС повинно забезпечити охоплення усіх їх від глобальних і регіональних до локальних масштабів. Виділення ПАГС проводиться на базі ландшафтного районування території. Ландшафтно-геохімічні умови території є базою, яка приймає основний потік техногенних елементів. Зміни цих умов дозволяють у цілому оцінювати техногенні навантаження на ГС. В найбільшій ступені на техногенне навантаження реагує верхня частина ґрунтового покриву. Тому грунтово-геохімічні фактори є основною характеристикою сучасних ландшафтно-геохімічних умов, які в значній мірі визначають забрудненість компонентів ГС.

Національний МГС України забезпечується мережею станцій спостережень (1 станція на 1000 км2), які ведуть дослідження в масштабі 1: 1 000 000. Наступний рівень ЕМ – регіональний в масштабі 1: 500 000 – розробляється для природних регіонів і, в першу чергу, для рекреаційних зон.