**Практична робота 5**

***Організація моніторингу геологічного середовища***

**Теоретичні відомості**

**Особливості геологічного середовища**. Частина літосфери, а точніше земної кори, що безпосередньо виступає як мінеральна основа біосфери є одним із найважливіших компонентів *навколишнього природного середовище* (НПС), з кінця 70-х років ХХ ст. виділяється під назвою «*геологічне середовище*» (ГС). Сукупність інженерних споруд і частини ГС у зоні їх впливу, що мають фіксовані межі, називають *природно-технічною системою* (ПТС). ПТС охоплює деякий простір, що включає власне технічну систему, а також деяку частину ГС у межах зони впливу технічної системи на ГС.

До складу ГС включаються ґрунти і верхні шари гірських порід, що розглядаються як багатокомпонентні системи. Межі ГС змінюються не тільки в просторі, але й у часі, з розвитком техногенезу в цілому.

Зовнішніми складовими частинами ГС є атмосфера, поверхнева частина гідросфери (поверхневі води), поверхневі біоценози і, власне техносфера, що включає усі види інженерних споруд, комунікацій і господарських об'єктів.

Внутрішніми складовими частинами ГС є ґрунти (включаючи і техногенні ґрунти); гірські породи, що складають масиви тієї чи іншої структури; рельєф і геоморфологічні особливості території; підземні води; газоподібні наповнення гірських порід; геологічні та інженерно-геологічні процеси і явища, які розвинуті на даній території.

Стосовно речовин, то особливість ГС як підсистеми полягає у тому, що, поряд із природними, поширені речовини антропогенного генезису, які є продуктами функціонування технічних систем чи речовинами об'єктів техносфери. Деякі дослідники до ГС відносять не лише гірські породи і ґрунти, але і приповерхневі води і біоту.

Слід відзначити, що родючі ґрунти є об’єктом вивчення ґрунтознавства. На відміну від ґрунтознавства, в інженерній геології «ґрунтами» називаються всі гірські породи, властивості яких вивчаються задля цілей будівництва споруд, тобто як природні основи інженерних споруд.

**Показники техногенного порушення геологічного середовища** . Верхній шар літосфери (приблизно до 10 км) активно використовується людиною для видобутку корисних копалин і називається «надрами». Технічний прогрес базується на всезростаючому використанні природних ресурсів, в тому числі мінеральних ресурсів. Із надр вилучається близько 150 млрд. т гірських порід, в тому числі понад 20 млрд. т корисних копалин. При сучасній технології видобутку і використання корисних копалин тільки 1-5% від всього об’єму вилученої з надр сировини реалізується у вигляді продуктів виробництва, а решта є відходами. Щорічно у світі утворюється близько 18 млн. т огаркових відвалів. При виробництві калійних добрив із *KCl* на кожну тонну отриманого сильвініту утворюється 2,5-3,0 т відходів галіту, які складаються у вигляді солевідвалів (висотою до 25-30 м) і на які відводяться значні земельні ресурси. При отриманні 1 т Р2О5 з апатитів і фосфоритів утворюється 4,25-5,5 т фосфогіпсу, який, в більшості випадків, іде у відвали; можливість його практичного використання дуже незначна (до 2%).

За кадастровим обліком в Україні на початок 2007 року налічувалось 8658 родовищ 97-ми видів корисних копалин і майже 12000 їх проявів. Одними з найбільших за обсягом є ***запаси вугілля, залізних, марганцевих і титаноцирконієвих руд, а також графіту, каоліну, калійних солей, сірки, вогнетривких глин, облицювального каменю***. Частка їх в Україні є значимою у світовому вимірі. Ступінь освоєння (залучення в розробку) розвіданих запасів в Україні за різними видами корисних копалин коливається від 40 до 100%. Загалом 2007 року працювало більше як 2000 гірничовидобувних підприємств, а загальна кількість розроблюваних родовищ сягнула 3000. В обсягах видобутку різко домінує залізорудна сировина, флюсові вапняки, а також кам’яне вугілля. У Державному балансі запасів корисних копалин України на початок 2008 року обліковано 421 родовище питних та технічних підземних вод, 197 родовищ мінеральних вод, 2 родовища теплоенергетичних підземних вод і 1 родовище промислових підземних вод. Упродовж 2007 року розвідано і поставлено на державний баланс 12 родовищ питних підземних вод із запасами промислових категорій 106,4 тис. м3/добу і 14 родовищ мінеральних підземних вод із запасами промислових категорій 758,6 м3/добу (*Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2007 році, Мінприроди*).

Порушення і забруднення ГС найбільш характерні для *гірничо-видобувних підприємств*. Для зони впливу гірничого виробництва характерні *порушенн*я різних типів: – *геомеханічні* (деформації порід і земної поверхні, провали, забудови); – *гідродинамічні* (гідрологічні – поверхневі, гідрогеологічні – підземні); – *аеродинамічні* (приземні) *порушенн*я і *забруднення:* літосферні (поверхні), гідросферні, атмосферні та біоценотичні. Гірниче виробництво **негативно впливає** на стан елементів НПС:

1. *землі, ґрунт* (ландшафт) – деформації земної поверхні, порушення ґрунтового покриву, зменшення площі продуктивних угідь, погіршення якості ґрунтів, зміна стану поверхневих і ґрунтових вод, осідання пилу і хімічних сполук внаслідок викидів в атмосферу, ерозійні процеси;
2. *надра* – зміна напружено-деформованого стану масиву гірських порід, зниження якості і втрати корисних копалин і промислової цінності родовищ, забруднення надр, розвиток карстового процесу;
3. *водний басейн, води підземні* – зменшення запасів поверхневих і підземних вод, порушення гідрогеологічного режиму водного басейну;
4. *води поверхневі* – забруднення водного басейну стічними і дренажними водами, погіршення якості вод в результаті несприятливих змін гідрохімічних і біологічних режимів природних вод;
5. *повітряний басейн* – забруднення атмосфери;
6. *флора і фауна* – погіршення умов існування флори і фауни, міграція і скорочення чисельності диких тварин, зменшення чисельності рослин, спад урожайності сільськогосподарських культур, зниження продуктивності тваринництва, рибного і лісового господарств.

За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного *середовища в Україні у 2007 році* на території України станом на 01.01.2008 р. виявлено 326 основних осередків *забруднення підземних вод*. Води в зоні впливу цих осередків забруднені хлоридами, сульфатами, нітратами, аміаком, роданідами, фенолами, нафтопродуктами, марганцем, свинцем, стронцієм. У 2007 році виявлено п’ять нових основних осередків забруднення підземних вод, у тому числі: Автономна Республіка Крим – 4 осередки бактеріологічного забруднення, Черкаська область – 1 осередок хлоридного забруднення, а також 42 нових локальних осередки органічного та хімічного забруднення (Львівська область – 18, Миколаївська – 17, Одеська – 5, Тернопільська і Чернівецька області – по 1). У межах локальних осередків підземні води неогенових, палеогенових, верхньокрейдяних та протерозойських відкладів в окремих свердловинах мають підвищений вміст нітратів (до 149,7 мг/дм3, ГДК – 45), амонію (до 13 мг/дм3, ГДК – 1), заліза (до 4,94 мг/дм3, ГДК – 0,3), загальної жорсткості (до 25,2 мг-екв/дм3). Крім того, в Україні відмічається розвиток більше ніж 20 різних видів *екзогенних геологічних процесів* та явищ, у тому числі кілька особливо небезпечних. Зсуви як небезпечний геологічний процес мають значне поширення на території України. Загальна їх кількість за станом на 01.01.2008 перевищує 23 тис. і постійно зростає. Найбільшого розвитку вони набули на узбережжі Чорного та Азовського морів, на берегах р. Дніпро, в Закарпатській, Івано-Франківській, Одеській, Полтавській, Чернівецькій та інших областях. Активізація зсувів у багатьох регіонах має руйнівний характер і завдає значних соціально-економічних та екологічних збитків. Від *підтоплення* в Україні потерпають майже 20 млн. людей, а його негативні наслідки відчуваються на 22% території країни. Дані моніторингу свідчать про тенденцію до активізації процесу в регіональному масштабі та збільшення підтоплених площ. За останніми даними, підтоплені різною мірою майже всі забудовані території. Найбільш несприятливі умови склалися у містах Дніпропетровськ, Кривий Ріг, Сіверськодонецьк, Первомайськ, Харків, Херсон, Котовськ, Одеса, Вугледар, Дружківка, Слов’янськ, Маріуполь, Кременчук, Керч та інших.

Підприємствами Державної геологічної служби здійснюється спостереження та моніторинг стану підземних вод на 1148 точках спостережень. У цих точках оцінюється рівень залягання підземних вод, їх природний геохімічний склад. Проводяться визначення до 22 параметрів, у тому числі концентрації важких металів та пестицидів.

ГС в межах *урбанізованих територій* характеризується появою штучних ґрунтів, значною закритістю поверхні твердим покриттям і будівлями. Виникають особливі геофізичні та геохімічні поля, що впливають на стан ГС й умови існування живих організмів і людини.

Екологічні властивості літосфери обумовлені природою її речовинного складу, геодинамічних полів і органічно пов’язані із забезпеченням життєдіяльності живих організмів, умовами їх існування та еволюції.

Функції ГС розглядаються з позицій еволюції та життєзабезпечення біоти і, головним чином, людського суспільства. Виділяють три основні підходи до оцінювання екологічного стану територій: – шляхом прямих кількісних оцінок компонентів ГС (геологічні породи, підземні води, ґрунти тощо) у порівнянні з ГДК, фоновими значеннями тощо; – ранжуванням території за техногенним навантаженням (незмінені, слабко-, середньо-, сильно-, дуже сильно і катастрофічно змінені); – за оцінкою ролі «геологічної матриці» ГС у сучасному стані екосистем.

Виділяють 4 рівні (класи) природно-антропогенних порушень: *норми, ризики, кризи, катастрофи* чи *лиха.*

*Зона екологічної норми* (*Н)* містить у собі території без помітного зниження продуктивності і стійкості ЕС, її відносної стабільності. Значення прямих критеріїв нижчі за ГДК чи фонові значення. Деградація земель складає менше 5% території.

*Зона екологічного ризику* (*Р*) містить у собі території з помітним зниженням продуктивності і стійкості ЕС, що веде до їх спонтанної деградації. Територія вимагає заходів поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв перевищують ГДК. Деградовано 5-20% земель.

*Зона екологічної кризи* (*К*) містить у собі території із сильним зниженням продуктивності і втратою стійкості ЕС. Можливе обмежене господарське використання території із застосуванням заходів поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв значно перевищують ГДК. Деградовано 20-50% земель.

*Зона екологічного лиха* (*Л*) містить у собі території з повною втратою продуктивності і стійкості ЕС, що виключають можливість її господарського використання. Значення прямих критеріїв у десятки разів перевищують ГДК. Деградовано більш 50% земель.

Зоні екологічної норми відповідають *задовільні* (*З*), зоні екологічного ризику – *умовно задовільні* (*УЗ*), зоні екологічної кризи – *незадовільні* (*НЗ*), зоні екологічної кризи – *катастрофічні* (*К*) еколого-геологічні умови. Слід зазначити, що стан живих організмів залежить не тільки від еколого-геологічних умов, але й від соціально-економічних факторів.

Для оцінювання еколого-геологічних умов використовуються прямі й індикаторні критерії, що за характером оцінювання підрозділяються на ресурсну, геодинамічну, геохімічну і геофізичну групи. Прямі критерії оцінювання в рамках цих груп регламентуються нормативно-директивними документами і співвідносяться стосовно ГДК, ГДВ, ГДС, ГДН, або до фону і кларкового значення. Індикаторні критерії містять у собі: 1) у ресурсній групі – залишкові запаси з урахуванням досягнутого рівня споживання (кількість років); 2) у геодинамічній групі – площинні, об'ємні і динамічні, а також медико-санітарні, ботанічні і зоологічні; 3) у геохімічній групі – показники оцінки ступеня забруднення літосфери; 4) у геофізичній групі – критерії оцінювання радіаційного забруднення і т.д.

Отже, одним із головних завдань при обґрунтуванні критеріїв оцінювання екологічного стану ГС є проведення комплексних досліджень з вивчення міграції, накопичення, трансформації в екосистемах при переході з одного середовища в інше різних ЗР на допоміжних полігонах. Однією з найважливіших сучасних проблем оцінювання стану ГС є обґрунтування критеріїв гранично допустимих еколого-геологічних навантажень (ГДЕГН) і гранично допустимих еколого-геологічних впливів (ГДЕГВ).

Медико-геологічне ранжування територій є основою для розміщення об'єктів промислового і цивільного будівництва та визначення місць рекреації.

*Загальна структура моніторингу геологічного середовища*

*Призначенням* системи моніторингу ГС (МГС) є визначення тенденцій розвитку ГС і на основі цього – підтримка управлінських рішень з оптимізації ПТС.

Основна *мета* моніторингу ГС полягає в оперативному контролі стану та прогнозуванні змін ГС, а також у розробці природоохоронних заходів на основі результатів моніторингових досліджень.

Структурну схему МГС можна подати 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.

*2.4.4. Методи вивчення техногенних змін геологічного середовища*

В залежності від типу МГС, використовують 4 основні групи спостережень: інвентаризаційні, ретроспективні, режимні і методичні.

*Інвентаризаційні спостереження* містять в собі набір трудомістких та вартісних спостережень за об’єктами ГС, які, зазвичай, не входять до складу режимних спостережень. Ці спостереження за окремий період можуть проводитись з черговістю 1 раз на рік (або на 2-3 роки і більше) за найбільш консервативними елементами ГС, а також при визначенні фонових значень параметрів ГС на територіях, які не порушені техногенними навантаженнями.

*Ретроспективні спостереження* спрямовані на виявлення тенденцій розвитку ГС, або його компонентів, встановлення закономірностей їх змін. Ретроспективні спостереження складають основу для вирішення прогнозних задач в МГС. За терміном і періодичністю проведення мають бути різними в залежності від того, наскільки інтенсивні зміни елементів ГС.

*Режимні стаціонарні спостереження –* це спостереження за динамікою процесів (явищ) на стаціонарних ділянках, точках, пунктах з метою виявлення їх закономірностей і обумовленості. Вони відображають тимчасові (річні, сезонні, місячні, добові і т. ін.) коливання параметрів ГС. Мережа режимних спостережень (наприклад, інженерно-геологічних і гідрогеологічних), які мають деякі риси автономності, повинна органічно вписуватися в загальну структуру МГС.

*Методичні спостереження* спрямовані на вдосконалення методів МГС, або створення нових методів. Вони часто проводяться до ретроспективних і режимних спостережень. Особливо значна їх роль на початковій стадії організації мережі МГС.

Для кожної мережі спостережень при цьому розробляється *програма спостережень*. За аналогією зі спостереженнями за іншими природними середовищами при розробці програми спостережень необхідно відповідати на питання: що, де, чим (як), з якою частотою і періодичністю проводити спостереження?

Мережі спостережень у межах ГС формуються у тривимірному просторі і, в залежності від масштабу досліджень або рангу ГС, мають бути детальними, локальними, регіональними і національними. Розрізняють *точку спостереження* (точку відбору проби ґрунту, свердловину, джерело і т. ін.) та *пункт* с*постереження* (гідрогеологічний, інженерно-геологічний, геофізичний і т. ін.), *полігон спостережень,* який забезпечує групу спостережень, наприклад, гідрогеологічних). *Полігони детальних спостережень* призначені для вирішення задач збору попередньої інформації на ділянках, типові умови яких відповідають опорному полігону. *Опорний полігон* відповідає локальному рівню досліджень на типовій (опорній) ділянці району з однотипним ГС. Різновиди опорних полігонів - *фонові полігони,* які призначені для збору інформації про ГС на територіях, які не порушені техногенними процесами. Сукупність опорних полігонів утворює *полігон регіональних досліджень*. Окрім того, можуть утворюватися *спеціальні полігони*, які призначені для спостережень за станом ГС на екологічно небезпечних об’єктах (наприклад, в районах існуючих АЕС), а також *дослідно-методичні полігони і полігони для наукових досліджень*.

Серед дистанційних методів спостережень в системі МГС використовуються *аерокосмічні методи* (телевізійна, інфрачервона, радіолокаційна і фотозйомка і т. ін.). Окрім того, широко використо-вуються геофізичні методи (сейсмоакустичне зондування, електричне зондування, термометрія і т. д.).

**Стадії проведення еколого-геологічних досліджень.** Еколого-геологічні дослідження (ЕДГ) складаються з підготовчих, польових, аналітичних і камеральних робіт. Особливістю їх є необхідність комплексного вивчення ГС шляхом проведення геологічних, геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ландшафтних та інших досліджень, а також аналізу матеріалів аерокосмічних зйомок. Це дозволяє в сукупності оцінити стан ГС, спрямованість процесу техногенезу і еколого-геологічної ситуації на території, яку ми вивчаємо.

*Основні завдання ЕГД:*

* вивчення та картування площ з різним ступенем техногенного впливу;
* оцінювання стану ГС і впливу природних процесів, які протікають у ньому, на екологічну ситуацію;
* оцінювання сукупності природних і техногенних чинників ГС, яка визначає функціонування геолого-техногенних систем та їхні екологічні параметри;
* оперативне інформування державних і природоохоронних органів, громадських організацій про екологічно небезпечні обстановки та несприятливий розвиток геологічних процесів;
* розробка рекомендацій з обмеження та попередження несприятливих і небезпечних геологічних та техногенних процесів.

*Основні об'єкти вивчення ЕГД:*

* гірські породи, ґрунтово-рослинні утворення зони аерації, донні відклади;
* ендогенні і екзогенні геологічні процеси, які впливають на формування ГС;
* об'єкти ГТС (територіально-промислові, паливно-енергетичні комплекси, промислово-міські агломерації).

*Кінцева мета ЕГД*:

* оцінювання стану і прогнозування змін ГС та екологічних параметрів;
* обґрунтування комплексу заходів з раціонального використання та охорони геологічного середовища, обмеження його негативних змін і підвищення стійкості геолого-техногенних систем.

Перспективним напрямком при вдосконаленні методів еколого-геологічного картографування є аерокосмічні (дистанційні) дослідження, які дозволяють створити оперативні моделі сучасного стану геологічного середовища. Аналіз методичних підходів до складання карт екологічного змісту показує, що основним принципом створення подібних моделей є відображення природних і техногенних чинників динаміки навколишнього середовища.

**Екзогенні геологічні процеси**. Екзогенні геологічні процеси (ЕГП), як і всі природні процеси, є динамічною частиною природного середовища. Їх розвиток відбувається у верхній частині літосфери, контролюється її властивостями та проявляється як зміна її форм, складу та властивостей. Мінливість інженерно-геологічних умов у межах України пов’язана з структурно-геологічною будовою, зонально-кліматичними, геоморфологічними, гідрогеологічними та сейсмічними факторами. Разом з техногенними чинниками це визначає площі поширення екзогенних геологічних процесів (ЕГП) і явищ. Протягом останніх десятиліть активна урбанізація, залучення в сферу господарської діяльності територій з розвитком природних екзогенних геологічних процесів призвели до значного зростання техногенних навантажень на верхню зону геологічного середовища (ГС) та активізацію ЕГП у регіональному плані.

Загальний напрямок розвитку небезпечних геологічних процесів (НГП) у 2019р. мав тенденцію до зменшення активізації ЕГП. Здебільшого, активний розвиток ЕГП був не більший фонового значення і, частіше, активізація процесів була спричинена сукупністю техногенних та метеорологічних факторів. Найбільш небезпечними для життєдіяльності населення є зсуви, карстові процеси, підтоплення земель та населених пунктів, абразія.

**Завдання та контрольні запитання:**

1. Дайте визначення поняття «*геологічне середовище*». Назвіть його складові.

2. Джерела порушення стану геологічного середовища.

3. Охарактеризуйте 4 рівні (класи) природно-антропогенних порушень (*норми, ризики, кризи, катастрофи* чи *лиха*)

4. Наведіть структуру моніторингу геологічного середовища.

5. Завдання та об’єкти еколого-геологічних досліджень.

6. Проаналізуйте спостережну мережу державного моніторингу підземних вод України, що відображена на рисунку. В яких областях найбільше пунктів спостережень?

Станом на 01.01.2020 р. спостережна мережа моніторингу за підземними водами складалась із 846 спостережних пунктів, у тому числі на ґрунтові води – 272 спостережних пункта, на міжпластові води – 203 спостережних пунктів, на опорних полігонах по вивченню умов формування експлуатаційних запасів підземних вод – 371 спостережних пунктів (рис. 7.6). Спостереження за рівнем підземних вод у 2019 році проводились по 141 спостережному пункту, а за хімічним станом – по 144 спостережних пунктах.

7. Які геологічні процеси належать до екзогенних.

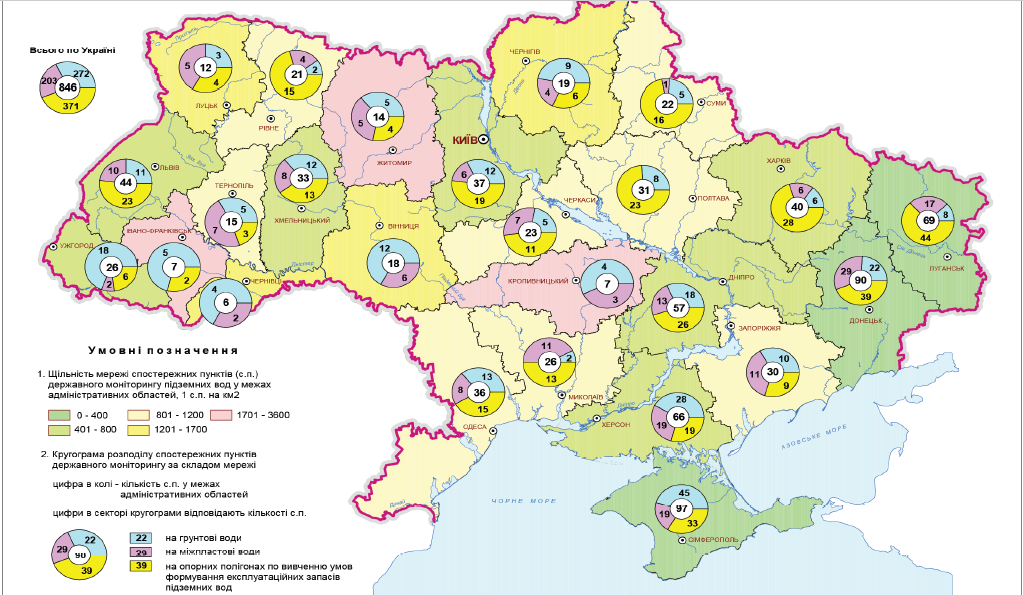


Рисунок 1 – Схематична карта щільності спостережних пунктів державного моніторингу та їх розподілу за складом мережі в межах адміністративних областей