**Тема 3. Критерії оцінки стану еколого-геологічних умов.**

1. Категорії стійкості компонентів ГС до техногенного впливу
2. Підходи до оцінки еколого-геологічного стану територій

3. Тематичні показники оцінки.

4. Просторові показники оцінки.

5. Динамічні показники оцінки.

**1) Категорії стійкості компонентів ГС до техногенного впливу**

Розрізняють впливи на ГС фізичної, фізико-хімічної, хімічної і біологічної природи. Для кількісної оцінки стійкості ГС додатково до техногенного впливу пропонується використовувати коефіцієнт стійкості (Кc), значення якого змінюється від 0 до 1. У випадку, коли зниження еколого-геологічної якості системи супроводжується зменшенням якого-небудь показника (наприклад, мінералізації ПВ при їхньому опрісненні), величина коефіцієнту стійкості визначається як

Кс = N t / No (1.1)

де Nt - показник будь-якої ознаки ґрунту чи іншого компонента ГС, що зазнав техногенного впливу; No – той же показник до впливу.

У випадку, коли зниження якості системи характеризується збільшенням якого-небудь показника (наприклад, вмісту ЗР), Кс визначається як

Кс = No / N t (1.2)

За величиною коефіцієнту стійкості виділяються наступні категорії стійкості компонентів ГС до техногенного впливу: 1) дуже висока (Кс = 1,0-0,95); 2) висока (Кс = 0,95-0,8); 3) середня (Кс = 0,8-0,5); 4) низька (Кс = 0,5-0,1); 5) нестійка (Кс = 0,1-0).

Під еколого-геологічними умовами слід розуміти сукупність конкретних властивостей (функцій) літосфери, що відображають умови існування живих організмів у даному обсязі літосфери як неживу основу їхнього перебування.

**2) Існують наступні основні підходи до оцінки еколого-геологічного стану територій:**

1) заснований на прямих кількісних оцінках компонентів ГС (породи, ПВ, ґрунти, донні відкладення, геологічні явища) – ГДК, ГДР, фонові значення і т.д.;

2) по рангуванню території за техногенному навантаженні (незмінені, слабко-, середньо-, сильно- і дуже сильно змінені, катастрофічно змінені);

3) за оцінкою ролі “геологічної матриці” (ГС) у сучасному стані ЕС.

Слідом за Б.В. Виноградовим і ін., у багатьох роботах виділяються 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 сталості ЕС, її відносної стабільності. Значення прямих критеріїв нижчі за ГДК чи фонові значення. Деградація земель (яружна, вітрова і водяна ерозії зі знищенням гумусового шару і вторинне засолення з втратою родючості; або площа земель, виведена із сільськогосподарського землекористування) складає менш 5% території.

**Зона екологічного ризику (**Р) містить у собі території з помітним зниженням продуктивності і сталості ЕС, що веде до спонтанної деградації ЕС, але ще зі зворотними порушеннями. Територія вимагає розумного господарського використання і заходів щодо поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв перевищують ГДК чи фон. Деградовано 5-20% земель від загальної площі.

**Зона екологічної кризи** (К) містить у собі території із сильним зниженням продуктивності і втратою сталості ЕС, і важко зворотними порушеннями. Необхідне вибіркове господарське використання території із застосуванням докорінних заходів щодо поліпшення екологічних умов. Значення прямих критеріїв значно перевищують ГДК чи фон. Деградовано 20-50% земель.

**Зона екологічного лиха** (Л) містить у собі території з повною втратою продуктивності і сталості ЕС, практично необоротними порушеннями ЕС, що виключають її з господарського використання. Значення прямих критеріїв у десятки разів перевищують ГДК чи фон. 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.

Для оцінки еколого-геологічних умов використовуються прямі й індикаторні критерії, що за характером оцінки підрозділяються на ресурсну, геодинамічну, геохімічну і геофізичну групи.

Прямі критерії оцінки 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 геодинамічні групі – площинні, об'ємні і динамічні, а також медико-санітарні, ботанічні і зоологічні; 3) у геохімічній групі - показники оцінки ступеню забруднення літосфери; 4) у геофізичній групі - критерії оцінки радіаційного забруднення і т.д.

Медико-геологічне рангування територій з зазначенням ділянок (сприятливих чи несприятливих) для функціонування біоти і проживання людей, є основою для розміщення об'єктів промислового і цивільного будівництва, визначення місць рекреації і т.д.

Огляд детальних уявлень про ГС та його функції, критерії оцінки еколого-геологічного стану територій, основні причини та негативні наслідки забруднення окремих компонентів ГС являють собою теоретичну основу для МГС.

**3) Тематичні показники оцінки.** ***Біотичні показники*** включають специфічні індикаційні показники (індикатори), які характеризують властивості і стан екосистем: ботанічні, біохімічні, зоологічні і мікробіологічні. Ботанічні критерії мають найбільше значення, оскільки вони не тільки чутливі до порушень навколишнього середовища, але і найбільш фізіономічні і найкращим чином простежують зони екологічного стану за розмірами в просторі і за стадіями порушення в часі. Ботанічні показники вельми специфічні, оскільки різні види рослин і різні рослинні асоціації в різних географічних умовах мають неоднакову чутливість і стійкість до порушуючих дій, і, отже, одні і ті ж показники для кваліфікації зон екологічного стану можуть істотно змінюватись. При цьому враховуються ознаки негативних змін на різних рівнях: організменному (фітопатологічні зміни), популяції (погіршення видового складу і фітоценометричних ознак) і екосистемному (співвідношення площі в ландшафті).

***Біохімічні показники*** екологічного порушення засновані на вимірюваннях вмісту хімічних речовин в рослинах. Для кваліфікації критичного екологічного порушення території використовуються показники зміни співвідношення вмісту токсичних і біологічно активних мікроелементів в укосах рослин з пробних майданчиків і в рослинних кормах. В лісах розповсюдженим токсикантом, дія якого на рослини приводить до незворотних фізіологічних і метаболістичних порушень, є диоксид сірки. Негативна дія важких металів на рослини в основному пов'язана з їх проникненням в клітинні структури з ґрунтовим розчином. В цілому ж аеротехногенний шлях надходження полютантів в рослини через їх асиміляційні органи є визначаючим деградацію лісових біогеоценозів в умовах впливу викидів гірничо-металургійних підприємств.

Накопичення металів в асимілюючих органах рослин збільшується із збільшенням рівнів забруднення середовища їх зростання. Така закономірність характерна тільки для тих металів, які є пріоритетними для складу викидів металургійних підприємств. Інші метали (не промислового походження) розподіляються по території рівномірно, і залежності їх акумуляції від зони поразки рослинності не знайдено.

***Зоологічні показники*** порушення тваринного світу можуть розглядатись як на ценотичних рівнях (видова різноманітність, просторова і трофічна структури, біомаса і продуктивність, енергетика), так і на популяціях (просторова структура, чисельність і щільність, поведінка, демографічна і генетична структури).

По зоологічних показниках може бути виділений ряд стадій порушення екосистем. Зона ризику виділяється, головним чином, по початковій стадії порушення - синатропизації, втраті стадної поведінки, зміні шляхів міграції, реакції толерантності. Подальші стадії порушення виділяються також і за просторовими, демографічними і генетичними показники. Зона кризи характеризується порушенням структури популяції, груп і зграй, звуженням ареалу розповсюдження і мешкання, порушенням продуктивного циклу. Зона лиха відрізняється зникненням частини ареалу або місця мешкання, масовою загибеллю вікових груп, різким зростанням чисельності синантропних і нехарактерних видів, інтенсивним зростанням антропозоонозних і зоонозних захворювань. Зважаючи на сильну різнорічну мінливість зоологічних показників (не менше 25%), деякі з цих критеріїв приводяться на 5-10-річний період.

Оцінюючи розглянуті тематичні показники з позицій екологічної геології, необхідно чітко уявляти, що зміни екосистем, які фіксується ними, у ряді випадків можуть бути пов'язані не з прямим забрудненням літосфери, а обумовлені аеротехногенним шляхом надходження полютантів в рослинність, а через неї - в тварин. Отже необхідний додатковий аналіз всіх середовищ геоми для оцінки ступеня їх забруднення полютантами і впливу на біоту.

***Ґрунтові показники.*** Тут вони розглядаються в статусі оцінюючих критеріїв екосистеми, оскільки погіршення властивостей ґрунтів є одним з найсильніших чинників формування зон екологічного ризику, кризи або лиха (хоча цей критерій за своєю природою відноситься до групи геологічних критеріїв). Перш за все, це зниження родючості ґрунтів на великій площі і з великою швидкістю.

Ґрунтово-ерозійні показники пов'язані з геологічними процесами, прискореними несприятливою господарською діяльністю людини. Ці процеси поширені і в природних умовах, але порушення людиною стійкості рослинного і ґрунтового покривів (вирубкою лісів, оранням ґрунтів, перевипасом пасовищ і т.п.) викликає значне прискорення і розширення площі цих процесів, що і приводить до формування зон екологічного ризику, кризи і лиха. Одним з інтегральних показників забруднення ґрунту є її фітотоксичність (властивість ґрунту пригнічувати зростання і розвиток вищих рослин) і генотоксичність (здатність впливати на структурно-функціональне стани ґрунтової біоти).

***Біолого-медичні показники.*** Показники цього типу охоплюють велику їх групу, для яких поки немає систематики, що встояла. В медичній літературі ці показники фігурують під назвами медико-демографічні, медико-екологічні, медико-геохімічні, медико-біохімічні, гігієнічні, епідеміологічні та ін.

В даний час з певною часткою умовності у складі біолого-медичних показників оцінки здоров'я населення можна виділити дві групи. Перша з них - **власне медичні**, або, як їх називають самі медики, ***медико-статистичні і медико-демографічні.*** Вони дають уявлення про просторову приуроченість, частоту і характер захворювання населення. Друга група показників - **біосубстратні *(медико-екологічні, медико-геохімічні, медико-біохімічні).*** Вони характеризують вміст ксенобіотиків в субстратах людського організму і продуктах його фізіологічної діяльності. При використовуванні медичних показників слід враховувати, що захворюваність населення – явище багатофакторне і залежне не тільки від якості середовища мешкання, але і від соціально-економічних причин. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, виділяються чотири групи чинників, які впливають на стан здоров'я населення з оцінкою у відсотках їх внеску:

1. спосіб життя (екологія соціального середовища) – до 50%, включає соціальні і побутові умови, якість і режим харчування, гігієнічну культуру, мікроклімат в сім'ї, фізичне виховання та ін.;
2. хімічна екопатологія – до 20%, включає захворювання, пов'язані із забрудненням компонентів навколишнього середовища;
3. медичне обслуговування (рівень обслуговування) - 10-20%;
4. спадковість - до 20%.

З цього виходить, що при аналізі статистичних даних по захворюваності населення необхідний критичний підхід до їх оцінки з акцентом на динаміку і структуру загальної захворюваності. Більш тісно корелюються із забрудненням навколишнього середовища і її компонентів наступні медико-демографічні показники:

1. співвідношення пола новонароджених; частота недоношеності, природжених вад розвитку дітей, хромосомних хвороб у них; поширеність аномалій скелету, анемій, вторинних імунодефіцитів, патології ЛОР-органів; частота інфекційних хвороб;
2. частота і характер алергічної патології; розповсюдженість сечокислого діатезу, розумового розвитку; поява нових незвичайних хвороб і синдромів;
3. частота і види онкологічних захворювань;
4. число дітей-інвалідів і інвалідів дитинства і ряд інших специфічних медичних показників.

**4) Просторові показники оцінки.** Окрім сили дії (навантаження) на середовище, для оцінки порушення екосистем велике значення має площа таких порушень. Якщо вона невелика, то при рівній глибині дії мала за площею порушена система швидше відновиться, ніж велика. Якщо площа порушення більша гранично допустимих розмірів, то руйнування середовища практично незворотнє і відноситься до рівня катастрофи. Наприклад, вигоряння лісів на площі в десятки і сотні гектар практично зворотне, ліси відновлюються - це не катастрофа. Однак, якщо площа вигоряння лісів або якої-небудь форми техногенного порушення рослинного покриву досягає площі десятків і сотень тисяч гектар, за короткий період ці зміни практично незворотні, і подія кваліфікується як катастрофа. Таким чином, розмір катастрофічного екологічного порушення достатньо великий і перевищує, виходячи з практичного досвіду, площу 10 000-100 000 га залежно від типу рослинності і геолого-географічних умов. Чим серйозніше порушення, тим більше репрезентативна площа його виявлення. За розміром (в км2) зони екологічного порушення ранжируються на ряд просторових ієрархічних рівнів:

 регіональні - 10 000; обласні - 1000; районні - 100; локальні - 10; ендемічні - 1.

На екосистемному рівні ботанічні показники зон екологічного порушення описуються просторовими характеристиками (відносних і абсолютних площ показників і співвідношеннями їх площ). В результаті просторовим критерієм зон екологічного порушення служить неоднорідність дестабілізації, наприклад, відносна площа земель (в %), вилучених із землекористування в межах досліджуваної екосистеми: (в нормальних умовах - менше 5, в зонах екологічного ризику - 5-20, кризи - 20-50, лиха – більше 50). Таким чином, навіть в нормальних умовах, тобто при стабільному рослинному покриві відносна площа порушених земель може досягати 5%, а в зонах екологічного лиха перевищує 50%. Для кваліфікації зон екологічного ризику, кризи і біди необхідно враховувати просторову неоднорідність порушених зон і наявність в них комбінацій площ (в %) різного ступеня порушення.

1. **Динамічні показники оцінки.** Динамічні показники виявлення зон екологічного порушення визначаються по швидкості наростання несприятливих змін природного середовища (швидкості накопичення важких металів, швидкості приросту площі рухомих пісків і т.п.).

Екологічна геодинаміка досліджує морфологічні, ретроспективні і прогнозні завдання, пов'язані з вивченням дії природних і антропогенних геологічних процесів на біоту, включаючи людину, як з позицій оцінки можливих катастроф, так і комфортності її мешкання. Останнє відноситься, як правило, до людського співтовариства. До основних задач відносяться: розробка методів оцінки стійкості приповерхневої частини літосфери до зміни її геодинамічних параметрів під впливом природних чинників і техногенезу з урахуванням екологічних наслідків; еколого-геологічне обґрунтовування інженерного захисту від небезпечних і катастрофічних геологічних процесів (природних і антропогенних), що впливають на існування і комфортність життєдіяльності біоти і людського співтовариства. Екологічна геохімія досліджує морфологічні, ретроспективні і прогнозні задачі, пов'язані з вивченням впливу геохімічних полів природного і техногенного походження на біоту. Серед цих полів виділяються літогеохімічні, гідрогеохімічні, сноугеохімічні, біогеохімічні і атмогеохімічні. Об'єктом дослідження є речовинний (мінеральний) склад літосфери, міграція рухомих з'єднань хімічних

елементів, їх аномальних концентрацій і характер дії на біоту з використанням методів геохімії, мінералогії, петрографії, гідрогеології і даних медико-біологічних оцінок стану біоти. В практичному аспекті такі дослідження мають на увазі тісну співпрацю екологів-геологів з медиками і санітарною службою, оскільки оцінка аномалій повинна проводитися з медикосанітарних позицій.

Основне з екологічних позицій "призначення" літосфери - ресурсне і енергетичне життєзабезпечення біоти - реалізується через ресурсну, геодинамічну, геофізичну і геохімічну функції.

Все різноманіття функціональної залежності між природною і техногенно перетвореною літосферою та біотою і людиною (як біологічним видом, так і суспільною соціальною структурою) зводиться до чотирьох екологічних функцій - ресурсної, геодинамічної, геофізичної і геохімічної. Визначимо їх зміст.

Ресурсна екологічна функція літосфери визначає роль мінеральних, органічних і органомінеральних ресурсів і геологічного простору літосфери для життя і діяльності біоти як біогеоценозу, так і соціальної структури;

Геодинамічна екологічна функція літосфери відображає властивості літосфери впливати на стан біоти, безпеку і комфортність мешкання людини через природні і антропогенні процеси і явища;

Геохімічна екологічна функція літосфери відображає властивості геохімічних полів (неоднорідностей) літосфери природного і техногенного походження впливати на стан біоти в цілому, включаючи людину, зокрема;

Геофізична екологічна функція літосфери відображає властивості геофізичних полів (неоднорідностей) літосфери природного і техногенного походження впливати на стан біоти, включаючи людину.