

ТЕОРЕТИЧНІ МАТЕРІАЛИ І ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ “ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ”

Метою лабораторних занять з курсу “Екологічна геологія” є закріплення набутих і отримання нових теоретичних знань та набуття практичних навичок з цієї дисципліни.

Згідно з “Положенням про організацію освітнього процесу у Львівському національному університеті імені Івана Франка” (2018), оцінки за виконання лабораторних робіт враховують при виставленні підсумкової семестрової оцінки.

Під час підготовки до лабораторних робіт студенти опановують теоретичний матеріал, запропонований викладачем, вивчають рекомендовану літературу. У процесі виконання робіт студенти самостійно виконують різноманітні завдання, згідно з навчальним планом (див. нижче).

Тиж- день	Теми лабораторних занять	Кількість годин: денна форма (заочна)
1–2	ЛР 1. Єдність законів геології та екології.	2 (0,75)
3–4	ЛР 2. Екологічні функції геологічного середовища та їхні складові.	2 (0,75)
5–6	ЛР 3. Тематичні, просторові і динамічні показники оцінювання стану еколого-геологічних умов; прямі та індикаторні показники.	2 (0,75)
7–8	ЛР 4. Просідання лесових порід.	2 (0,75)
9–10	ЛР 5. Методи еколого-геологічних досліджень.	2 (0,75)
11–12	ЛР 6. Екологічні аспекти зміни геологічного середовища на різних родовищах України.	2 (0,75)
13–14	ЛР 7. Геодинамічна екологічна функція літосфери.	2 (0,75)
15–16	ЛР 8. Геофізична екологічна складова геологічного середовища.	2 (0,75)
	Разом	16 (6)

ЛР 1. Єдність законів геології та екології

Згадаємо, що вперше термін “екологія” застосував німецький біолог Ернест Геккель (1886) з метою пояснення характеру взаємовідношень живих організмів між собою та середовищем. У буквальному розумінні це слово означає “вчення про дім” (від гр. *oikos* – дім і *logos* – слово, наука) і має на увазі взаємодію живих організмів з середовищем існування. Через пізнання впливу зміни середовища на розвиток і взаємовідношення представників живої природи він намагався розширити знання про першопричини еволюції органічного світу. Тобто в первісному розумінні **екологія** не виступала як наука, спрямована на збереження і захист довкілля від негативного впливу діяльності людини, її мета полягала у **з’ясуванні ролі середовища в еволюції органічного світу**.

Саме так тлумачить екологію як науку більшість словників. Починаючи з класичного екологічного енциклопедичного словника І.І. Дедю, екологію трактували, передусім, як біологічну науку. Основний предмет її вивчення – дослідження взаємовідносин між сукупністю живих організмів і природним середовищем, у якому вони проживають. Таке тлумачення екології повною мірою відповідає самому терміну “**екологія**”, що в перекладі з латинської означає “**вчення про наш дім**”. У даному випадку “дім” – це навколишнє природне середовище (НПС), яке нас оточує, і певні зміни, що відбуваються у ньому, тією або іншою мірою впливають на розвиток живих організмів. Тому основна задача первинної екології

полягала у з'ясуванні законів і закономірностей впливу зміни довкілля на взаємовідношення між живими організмами та навпаки. Отже, людина начебто стояла осторонь від того, що Е. Геккель розумів під екосистемами.

У ХХ ст. під впливом інтенсивного розвитку техногенезу традиційне трактування поняття “екологія” принципово змінилося. Людина почала фіксувати, що під впливом техногенної діяльності відбуваються суттєві зміни природного середовища, які, здебільшого, негативно позначаються на живій природі. Почали зникати певні типи, види, роди тварин і рослин, суттєво змінюватися кліматична обстановка, виникати непередбачені природні катастрофи тощо. Тобто стало зрозуміло, що техногенна діяльність людини через зміни в НПС негативно впливає на розвиток органічного світу, а також природні процеси і явища.

З'ясування закономірностей негативного впливу техногенезу на довкілля було покладено на екологію. Відповідно, це призвело до певних змін в екологічній науці, яка з науки про стосунки між сукупністю живих організмів і середовищем переросла в **науку про структуру природи**. Це призвело до диференціації екології як єдиного наукового напрямку. Розпочалася спеціалізація науки. З'явилися екологія біосфери, екологія гідросфери, біологічна екологія, екологія людини, соціальна екологія, біоекологія, прикладна екологія, економічна екологія, екологічне право, екологічний бізнес тощо. Усі ці науки були спрямовані на вирішення окремих конкретних питань, пов'язаних зі з'ясуванням закономірностей зміни довкілля під впливом конкретних чинників, а також змін у взаємовідношеннях між конкретними живими організмами та їхнім розвитком за умов певного природного середовища.

Закони екології (закони Барі Коммонера) – це закони, які по суті, відображають принципи будови і розвитку світу. Їх сформулюють так:

- *все пов'язано з усім* – цей закон свідчить про єдність природи і потребу науково обґрунтованого пошуку й дослідження ланцюжків подій і явищ;
- *усе повинно кудись трансформуватися* – тобто переходить з одного стану в інший, забезпечуючи колообіг природної речовини. Ці два закони фактично визначають концепцію замкнутості природи як екологічної системи найвищого рівня;
- *природа знає ліпше* – цей закон означає, що будь-яке значне втручання людини в природні системи шкідливе для неї. Усе, створене до людини і без людини, є продуктом тривалих спроб і помилок, результатом складного процесу. Наслідком цього закону є такий принцип: що можна зібрати, те можна й розібрати. На цьому ґрунтується механізм циклічності. Однак не все, що “збирає” людина, природа вміє зруйнувати. Це одна з невизначених ситуацій у взаємовідношеннях людини і довкілля. Хоча важко погодитися з тим, що у випадку з людиною природа зробила якийсь виняток з цього правила. Створивши людину, природа передбачила і механізм її “демонтажу”. “Ферментом” для такого “демонтажу” є сама людина, а точніше – її антиприродна діяльність;
- *ніщо не дається дарма, за все треба платити* – по суті, це другий закон термодинаміки, що стверджує асиметрію розвитку світу. У ньому передбачено, що для збільшення своєї внутрішньої енергії природні системи створюють найсприятливіші умови. Усю роботу можна перетворити в тепло. Однак усе тепло в роботу перетворити не можна. Будь-яка теплова машина, у тім числі і природна, має “холодильник”, що, як податковий інспектор, збирає “мити” – своєрідний податок природі.

Розглянемо ці закони з позиції геології. Візьмемо перший – все пов'язано з усім. Ще з курсу загальної геології відомо, що всі геологічні процеси та явища не тільки пов'язані одне з одним, а й розвиток одних зумовлює інші. Ми знаємо, що магматизм, як один з ендогенних геологічних процесів, обов'язково буде зумовлювати метаморфізм, а для прояву самого магматизму необхідною умовою є тектонічна активність, яка сприяє утворенню розушцілених зон земної кори, що слугують шляхами для вкорінення магми.

Отже, як випливає з зазначеного, всі три процеси – магматизм, метаморфізм, тектонічні рухи – взаємопов'язані та взаємно зумовлюють один одного. Окрім того, метаморфізм

у найвищій фазі свого вияву – ультраметаморфізм – призводить до анатектичного плавлення порід, тобто формування магматичного осередка, що є передумовою прояву магматизму.

Такі ж закономірності можна виявити і серед екзогенних процесів. Звітрювання як процес руйнування порід створює передумови для розвитку процесів, пов'язаних з геологічною діяльністю підземних і поверхневих вод тощо. Послідовність таких процесів, як звітрювання, денудація, акумуляція, діагенез, катагенез, гіпергенез забезпечує кругообіг геологічної речовини.

Під час звітрювання, наприклад, руйнуються магматичні породи. Завдяки денудації продукти переносяться й акумулюються. Процеси діагенезу, катагенезу й метабенезу сприяють перетворенню осадових у тверді гірські породи, їхньому метаморфізму, а в разі прояву ультраметаморфізму – формуванню магматичного розплаву, з якого знову ж таки утворюються магматичні породи. У зоні гіпергенезу ці породи знову будуть потрапляти під вплив звітрювання, і так розпочнеться наступне коло перетворення геологічної речовини.

Як впливає з наведеної характеристики основних законів екології на прикладі геологічних об'єктів та процесів, ці закони безпосередньо стосуються і геології загалом. Так само, як ми турбуємось про збереження органічного світу від негативного впливу діяльності людини, геологічні об'єкти, процеси та явища також вимагають сьогодні захисту від техногенезу.

Упродовж ХХ ст. людина не раз мала змогу пересвідчитися в тому, що зміна середовища впливає на природній перебіг геологічних процесів, і це неминуче призводить до виникнення непередбачених природних і природно-техногенних катастрофічних явищ. Як приклади можна навести техногенний карст, який розвивається внаслідок зміни хімічного складу та гідродинамічного режиму підземних і поверхневих вод; інтенсифікація зсувоутворення в гірських, а іноді й рівнинних областях; селеві явища тощо.

Порівняно спокійне співіснування людини і природи завершилось до початку 18 ст., коли почалася промислова епоха, яка зумовила постійно зростаючий техногенний вплив на природне середовище. Чітко намітилися два полярні погляди – технофобія (невичерпність природних ресурсів і панування людини над природою) і алармізм (пропаганда невтручання у природні процеси). Звичайно, обидва ці підходи тупикові й призводять до екологічної катастрофи. Потрібно шукати інші шляхи вирішення ситуації, що склалася.

Завдання

1. Поясніть, у чому полягає різниця в тлумаченні терміна *екологія* в 19 столітті й нині.
2. Обґрунтуйте, з якими науками тісно пов'язана екологічна геологія і чому.
3. Наведіть схему колообігу геологічної речовини.
4. Обґрунтуйте конкретними прикладами єдність законів екології й геології за допомогою другого закону Барі Коммонера.
5. Підготуйте ілюстративні геологічні фотоматеріали з відповідними поясненнями на тему “Природа знає ліпше”.

ЛР 2. Екологічні функції геологічного середовища та їхні складові

Під екологічними функціями геологічного середовища (ГС) розуміють усю різноманітність функцій, які визначають і відображають роль і значення всіх компонентів ГС (у тім числі підземних вод, нафти, газів, геофізичних полів, геологічних процесів тощо) у життєзабезпеченні біоти і, головнo, людини.

Які екологічні функції геологічного середовища (ЕФГС) виділяють, у чому полягає їхній зміст і яка їх систематика?

Ресурсна ЕФГС – визначає роль мінеральних, органічних і органомінеральних ресурсів та геологічного простору для життя й діяльності біоти.

Систематика

I. Ресурси, необхідні для життя біоти (без людини): макробіогенні (С, О, N, H, Ca, P, S та ін.); мікробіогенні (Se, Cr, Ni, I, Sn та ін.); підземні води.

II. Ресурси, необхідні для життя і діяльності людського суспільства: мінерально-сировинні ресурси; підземні води.

III. Ресурси геологічного простору: місця проживання біоти; вмістилище наземних і підземних споруд; місця захоронення і складування відходів, у тім числі високотоксичних і радіоактивних; місця розселення людини.

Геодинамічна ЕФГС – відображає здатність ГС впливати на стан біоти, безпеку і комфортність проживання людини через природні й техногенні процеси та явища; характеризує вплив динаміки літосфери внаслідок її природного й техногенного розвитку на умови існування біоценозів, у тім числі суспільства.

Систематика

I. Природні геологічні процеси: несприятливі; катастрофічні.

II. Антропогенні (техногенні) геологічні процеси: несприятливі; катастрофічні.

Геохімічна ЕФГС – відображає здатність геохімічних полів (неоднорідностей) природного й техногенного походження впливати на стан біоти загалом, у тім числі на людину. Інколи її називають ландшафтно-геохімічна – досліджує природну і техногенно змінену геохімічну спеціалізацію ґрунтів і літосферного простору та визначає медико-санітарні умови існування біоти.

Систематика

I. Природні геохімічні поля: літогеохімічне; гідрогеохімічне; сноухімічне; атмогеохімічне; біогеохімічне.

II. Техногенні геохімічні поля: літогеохімічне; гідрогеохімічне; сноухімічне; атмогеохімічне; біогеохімічне.

Геофізична ЕФГС – відображає здатність геофізичних полів (неоднорідностей) природного і техногенного походження впливати на стан біоти загалом, у тім числі на людину. Інколи її називають радіоекологічно-геофізична – окреслює вплив геофізсфери на здоров'я населення та стан біогеоценозів.

Систематика

I. Природні геофізичні поля: гравітаційне; магнітне; температурне; радіаційне; електричне.

II. Техногенні геофізичні поля: температурне; радіаційне; електричне; вібраційне; акустичне.

Для геохімічної та геофізичної функцій чітко виражена медико-санітарна орієнтація оцінки їхнього впливу на живі організми.

Екологічні функції ГС та їхнє сучасне вираження зумовлені еволюційним розвитком Землі під впливом природних і техногенних чинників. З такої позиції можна виділити два головні часові етапи. Перший етап – суцього природний, охоплює час від зародження життя на Землі (близько 3,5 млрд років тому) до появи людської цивілізації. Другий – природно-техногенний, охоплює час порядку 200 років, є породженням, головно, техногенезу.

Як співвідносяться ЕФГС з цими періодами?

Ресурси ГС на першому етапі характеризувались накопичувальною тенденцією, яка зробила можливим не тільки еволюційний розвиток органічного світу, а й створила матеріальний базис для появи людської цивілізації. Це період нагромадження мінеральних ресурсів, паливно-енергетичного потенціалу. З другим етапом розвитку пов'язана докорінна зміна сутності ресурсної функції. Період нагромадження багатьох ресурсів змінився періодом інтенсивного і прогресуючого їх споживання, у тім числі ресурсів невідновлюваних.

Нині світова спільнота вже ставить питання про наближення періоду їхнього повного вироблення. Це стосується і дефіциту геологічного простору, який найбільш відчутний у малих за площею країнах з великою чисельністю населення.

Геодинамічна функція ГС більш стиснута в геологічному часі порівняно з ресурсною, і як таку ми її розглядаємо з моменту альпійського орогенезу (наймолодша, суттєво кайнозойська складчастість – Піренеї, Альпи, Балкани, Карпати, Кавказ, Памір, Гімалаї) і, особливо, новітнього етапу її прояву, коли сформувався сучасний рельєф планети, а в голоцені – і головні риси її ландшафтно-кліматичної зональності. Більш ранній період, коли етапи активізації геологічних процесів змінювались етапами відносного спокою, не має чіткого вираження в закономірностях просторового розвитку сучасних геологічних процесів. Не будемо розглядати і оцінку впливу минулих геологічних процесів на органічний світ. І хоча сам факт такого впливу не викликає сумнівів, значення цього чинника вчені сьогодні трактують неоднозначно (це предмет гострих дискусій). Це ж стосується і великомасштабних, і глобальних катастроф. Їх пов'язують як з земними, так і з космічними причинами: на думку багатьох учених, у подіях масових вимирань і в минулому головну роль відігравали екологічні процеси, пов'язані з появою нових груп організмів і розвалом раніше існуючих біоценозів. З урахуванням усього цього і треба підходити до оцінки ролі геодинамічної функції ГС у розвитку екосистем. Вона реалізується через прояв небезпечних і катастрофічних геологічних процесів (вулканізм, землетруси, селі, лавини тощо) і геодинамічних зон, які впливають на біоту.

На другому, природно-техногенному етапі розвитку важлива роль у становленні геодинамічної функції переходить до техногенного впливу, з яким пов'язане не тільки посилення деструктивних процесів, а й їхня динаміка. Можна впевнено говорити про різке зростання ролі геодинамічної функції ГС на сучасному етапі розвитку і про принципово новий, інтенсивніший рівень її впливу на біоту і комфортність існування людини. Водночас техногенез не тільки призводить до розвитку нових негативних процесів або активізує природні, а й у деяких випадках дає змогу знижувати їхню активність і локалізувати. Саме локалізацію слід розглядати як специфічну, особливу рису геодинамічної функції, яка відкриває можливості управління екзогенними геологічними процесами за допомогою заходів інженерного захисту об'єктів, споруд і територій.

Геофізична і геохімічна функції ГС як продукт еволюції Землі займають свою екологічну нішу. Перший етап їхнього становлення охоплює весь період розвитку Землі до початку техногенезу, це час формування більшої частини аномалій геохімічних і геофізичних полів, у тім числі геопатогенних. Динаміка і масштаби цього процесу тісно пов'язані з етапами еволюції Землі й визначались тільки природними чинниками.

На другому, природно-техногенному етапі розвитку ці функції отримали чітку техногенну зумовленість і часто є провідними в разі оцінки сучасного стану екосистем. На урбанізованих територіях, у промислових і гірничодобувних районах, у зонах інтенсивного землеробства саме вони стали визначати комфортність існування, а часто і медико-санітарні умови життя людини. По суті таку якість ці функції одержали лише в епоху техногенезу, коли почали формуватися техногенні геохімічні й фізичні аномалії. За площею поширення і глибиною впливу на біоту, у тім числі людину, вони значно більш небезпечні від багатьох природних аномалій. Наочним прикладом є так званий чорнобильський слід.

Завдання

1. Схематично зобразіть систематику екологічних функцій геологічного середовища.
2. Схарактеризуйте ресурси геологічного простору обласного центра України (Львова, Тернополя тощо).
3. Опишіть, як ви розумієте медико-санітарну орієнтацію оцінки впливу геохімічної ЕФГС на живі організми. Наведіть конкретні приклади.

4. Схарактеризуйте ресурси підземних вод регіону, у якому ви живете.
5. Позначте на контурній карті України техногенні родовища корисних копалин.

ЛР 3. Тематичні, просторові і динамічні показники оцінювання стану еколого-геологічних умов; прями та індикаторні показники.

Для оцінки стану еколого-геологічних умов використовують низку критеріїв, які повинні бути органічно пов'язані з екологічними особливостями літосфери і враховувати відповідні функціональні залежності між її компонентами і біотою. Розглянемо принципову схему оцінки стану еколого-геологічних умов (екологічного стану літосфери), біоти й екосистеми.

Параметр, який оцінюють	Категорії (рівні)			
	I	II	III	IV
Екосистема	Екологічна норма	Екологічний ризик	Екологічна криза	Екологічне лихо
Стан літосфери та її компонентів	Задовільний (сприятливий)	Умовно задовільний (відносно несприятливий)	Незадовільний (досить несприятливий)	Катастрофічний
Ресурсний вплив	Слабкий	Помірний	Сильний	Небезпечний
Геодинамічний вплив	-“-	-“-	-“-	-“-
Геохімічний вплив	-“-	-“-	-“-	-“-
Геофізичний вплив	-“-	-“-	-“-	-“-
Умови життєдіяльності людини	Комфортні	Дискомфортні	Сильно дискомфортні	Небезпечні
Стан здоров'я людини	Здоровий	Напруга	Втома	Хвороба
Гігієнічний стан середовища	Малонебезпечний	Помірно небезпечний	Небезпечний	Надзвичайно небезпечний
Якість територіального ресурсу	Висока	Середня (підвищена)	Знижена	Низька
Умови гомеостазу* екосистеми	Не викликають реакції (обурення екосистеми)	“Межа толерантності” екосистеми, її здатність протистояти зовнішньому впливу		Руйнування, загибель екосистеми

*гомеостаз – (*гомео-* – подібний, однаковий) відносна сталість фізико-хімічних та біологічних властивостей якогось організму.

Виділяють чотири рівня природно-антропогенних екологічних порушень – норми (Н), ризику (Р), кризи (К) і лиха (Л). В основу виділення цих рівнів покладено ранжирування порушення екосистем за глибиною їхньої незворотності. Відповідно до цього виділяють такі класи (зони) станів екосистем:

зона екологічної норми – охоплює території без помітного зниження продуктивності і стійкості екосистем, її порівняної стабільності. Значення прямих критеріїв оцінки нижче від ГДК або фонових (фонові – середні природні значення для певної території). Деградація земель (яружна, вітрова, площова водна ерозія з повним знищенням гумусового горизонту і вторинне засолення ґрунтів зі втратою родючості; у загальному вигляді – площа земель, виведених із землекористування) – менше 5 % площі;

зона екологічного ризику – охоплює території з помітним зниженням продуктивності і стійкості екосистем, їх нестабільним станом, який веде в подальшому до спонтанної деградації екосистем, проте ще з оборотними порушеннями. Території вимагають розумного господарського використання і планування заходів з їхнього поліпшення. Значення прямих критеріїв оцінки незначно перевищують ГДК або фон. Деградація земель – від 5 до 20 % площі;

зона екологічної кризи – охоплює території з сильним зниженням продуктивності й утратою стійкості екосистем і важко оборотними порушеннями. Необхідне вибіркоче господарське використання територій і планування їхнього глибокого покращення. Значення прямих критеріїв оцінки значно перевищують ГДК або фон. Деградація земель – від 20 до 50 % площі;

зона екологічного лиха – катастрофи, які охоплюють території з повною втратою продуктивності, практично необоротними порушеннями екосистем, які виключають територію з господарського використання. Значення прямих критеріїв оцінки в десятки разів перевищують ГДК або фон. Деградація земель – понад 50 % площі.

З такою класифікацією корелює оціночна структура класів стану еколого-геологічних умов літосфери або її компонентів. Виділяють такі класи станів еколого-геологічної обстановки літосфери:

клас задовільного (сприятливого) стану. Значення прямих критеріїв оцінки еколого-геологічного стану літосфери нижче ГДК або фонових (за винятком природних аномалій);

клас умовно задовільного (відносно несприятливого) стану. Території вимагають розумного господарського використання, планування і проведення заходів з їхнього покращення. Значення прямих критеріїв оцінки еколого-геологічного стану літосфери незначно (до п'яти разів) перевищують ГДК або фон (крім природних аномалій);

клас незадовільного (досить несприятливого) стану. Необхідне вибіркоче господарювання на територіях, планування й оперативне проведення глибокого покращення. Значення прямих критеріїв оцінки еколого-геологічного стану літосфери у 5–10 разів перевищують ГДК і фон;

клас катастрофічного стану. Значення прямих критеріїв оцінки еколого-геологічного стану літосфери в десятки разів перевищують ГДК і фон.

У разі оцінки стану еколого-геологічних умов використовують показники різних типів. Вони можуть бути тематичними, площовими (просторовими) і динамічними.

Тематичні – це змістовні показники, які характеризують стан еколого-геологічної системи, біоти або їхніх окремих компонент. *Просторові критерії* оцінюють площу або об'єм порушень за тематичними показниками. *Динамічні критерії* характеризують швидкість наростання несприятливих змін, виявлених за тематичними показниками.

Зі змістовного погляду всі ці критерії досить багатоманітні: біотичні, геологічні, медико-санітарні, соціально-економічні, причому всі вони містять по декілька показників. Серед них можуть бути як *прямі*, так і *індикаторні* показники. Перші регламентовані нормативно-директивними документами і виражаються щодо ГДК, ГДН, ГДВ, ГДС або фону чи кларку. Вони загальноприйняті і використовуються як під час еколого-геологічних, так і інж.-екологічних досліджень.

Індикаторні критерії більш специфічні. У ресурсній групі вони охоплюють залишкові запаси з урахуванням досягнутого рівня споживання (кількість років); для ресурсів, необхідних для життя біоти, і ресурсів геологічного простору критерії оцінки поки взагалі не розроблені. У геодинамічній групі вони включають, крім площових, об'ємних (енергетичних) і динамічних, ще і медико-санітарні (для оцінки впливу катастрофічних процесів), ботанічні й зоологічні. У геохімічній групі критеріїв – це оцінка ступеня забруднення літосфери через геохімічні й біохімічні показники (Z_c – сумарний показник хімічного забруднення; A_k – співвідношення вмісту елемента в золі рослин до його вмісту в гірських породах), коефіцієнт техногенного навантаження, надлишок, нестачу або дисбаланс елементів у породах, ґрунтах і рослинності. У геофізичній групі критерії оцінки розроблені вкрай слабо, за винятком оцінки рівня радіаційного випромінювання, для якого існує Держстандарт.

Біотичні тематичні критерії

Ці критерії охоплюють специфічні індикаційні показники (індикатори), які характеризують властивості і стан екосистем: ботанічні, біохімічні, зоологічні та мікробіологічні.

Ботанічні показники порушення екосистем

Показники	Зона екол. норми	Зона екол. ризику	Зона екол. кризи	Зона екол. лиха
Погіршення видового складу природної рослинності	Природна зміна домінантів, субдомінантів і характерних видів	Зменшення багатства панівних, особливо корисних видів	Зміна панівних видів на вторинні, головню неїстівні бур'янові та отруйні	Зменшення багатства вторинних видів, корисних рослин практично нема
Зміна ареалів	Нема	Ослаблення	Розділення, скорочення	Зникнення
Пошкодження рослинності	Нема	Пошкодження найчутливіших видів – хвойних дерев, лишайників	Пошкодження середньочутливих видів	Пошкодження слабкочутливих видів – трав, чагарників
Лісистість, % від зональності	Понад 80	60–70	50–30	Менше 10
Пошкодження хвої, % біомаси	Менше 5	10–30	30–50	Понад 50
Загибель посівів, % від площі	Менше 5	5–15	15–30	Понад 30

Біохімічні критерії екологічного порушення ґрунтуються на вимірюваннях вмісту хімічних речовин у рослинах.

Біохімічні показники порушення екосистем

Показник	Екологічна зона			
	Норма	Ризик	Криза	Лихо
Співвідношення в сухій масі трав'янистих рослин:				
C : N	8–12	6–8	4–6	до 4
Pb, Cd, Hg, Ni, Cr, As, Sb за перевищенням ГДР (рівня)	1,1–1,5	2–4	5–10	понад 10
F, мг/кг	10–20	20–50	50–200	понад 200
Cu, мг/кг	10–20	30–70	80–100	понад 100
Вміст Tl, Be, Ba за перевищення фону	менше 1,5	2–4	5–10	понад 10
Zn, мг/кг	30–60	60–100	100–500	понад 500
Fe, мг/кг	50–100	100–200	200–500	понад 500
Mo, мг/кг	2–3	3–10	10–50	понад 50
Co, мг/кг	0,3–1,0	1–5	5–50	понад 50
Вміст нікелю (чисельник) і міді (знаменник) у сухій масі хвої і листя рослин, мг/кг:				
сосна	10–30 / 0–10	30–70 / 10–20	70–100 / 20–40	понад 100/ понад 40
береза	10–30 / 5–15	30–50 / 15–25	50–130 / 25–35	понад 130 / понад 35
чорниця	3–12 / 9–26	20–24 / 22–43	37/43	95–148 / 95–125

Зоологічні критерії і показники порушення тваринного світу можна розглядати як на ценотичних рівнях (видове різноманіття, просторова і трофічна структури, біомаса і

продуктивність, енергетика), так і на популяційних (просторова структура, чисельність і густина, поведінка, демографічна і генетична структури).

Зоологічні показники класів стану екосистем

Показник	Екологічна зона			
	Норма	Ризик	Криза	Лихо
Частота антропозоонозних захворювань	Випадкова	Спорадична*	Регулярна**	Масова***
Падіж (пошесть) свійських тварин, %	Випадковий (менше 10)	Спорадичний (10–20)	Регулярний (20–50)	Масовий (понад 50)
Біорізноманіття, % від початкового	Менше 5	10–20	20–50	Понад 50
Густина популяції виду – індикатора антропогенного навантаження, % від початкової	Менше 5	10–20	20–50	Понад 50
Біомаса ґрунтової мезофауни, % від норми	Понад 90	60–80	30–50	Менше 20
Чисельність ґрунтових мікроартропод, % від норми	Понад 90	60–80	40–60	Менше 20

*рееструються не щорічно і в окремих господарствах для свійських тварин і на окремих маршрутах для диких);

**щорічно і одночасно в низці господарств і маршрутах для диких тварин;

***щорічно і на території понад 50 %.

Ґрунтові критерії розглядаємо як оцінні критерії екосистеми, оскільки погіршення властивостей ґрунтів є одним із найсильніших чинників формування зон екологічного ризику, кризи або лиха (хоча цей критерій за своєю природою належить до групи геологічних критеріїв).

Ґрунтові показники класів стану екосистем

Показник	Екологічна зона			
	Норма	Ризик	Криза	Лихо
Родючість ґрунтів, % від потенційної	Понад 85	65–85	65–25	Менше 25
Вміст гумусу, % від природного	Понад 90	70–90	30–70	Менше 30
Площа вторинно засоленних ґрунтів, %	Менше 5	5–20	20–50	Понад 50
Площа відселонених корінних порід, % площі	Менше 5	5–10	10–25	Понад 25
Площа вітрової ерозії (повністю здуті ґрунти), %	Менше 5	10–20	20–40	Понад 40
Задернованість піщаних ґрунтів, %	Понад 60	30–60	10–30	Менше 10
Кратність зниження рівня активної мікробної біомаси, кількість разів	Менше 5	5–10	10–50	Понад 50

Біолого-медичні тематичні критерії

Ці критерії охоплюють велику групу показників, для яких поки нема стійкої систематики. У медичній літературі ці показники фігурують під назвами медико-демографічні, медико-екологічні, медико-геохімічні, медико-біохімічні та ін.

Нині до певної міри умовно у складі біолого-медичних критеріїв оцінки здоров'я населення можна виділити дві групи. Перша – 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 критеріїв – біо-субстратні (медико-екологічні, медико-геохімічні, медико-біогеохімічні). Вони характеризують вміст ксенобіотиків у субстратах людського організму і продуктах його фізіологічної діяльності.

У разі використання медичних критеріїв слід брати до уваги, що захворюваність населення – явище багатофакторне, воно залежить не тільки від якості середовища проживання, а й від соціально-економічних причин. Згідно з ВООЗ, виділено чотири групи чинників, які впливають на стан здоров'я населення з відсотковою оцінкою їхнього внеску:

спосіб життя (екологія соціального середовища) – 50 %, охоплює соціальні і побутові умови, якість і режим харчування, гігієнічну культуру, мікроклімат у сім'ї, фізичне виховання та ін.;

хімічна екопатологія – 20 %, охоплює захворювання, пов'язані з забруднення компонентів довкілля;

медичне обслуговування (рівень обслуговування) – 10–20 %;

спадковість – до 20 %.

Для практичного використання цієї інформації геологами найліпше спиратись на статистичні дані і матеріали диспансеризації за моно- і полімікроелементозними захворюваннями (хворобами, які виникають від надлишку або нестачі одного або декількох хімічних елементів), для яких встановлені чіткі зв'язки між їхнім вмістом у природних середовищах і захворюваннями рослин, тварин і людини. Ці захворювання називають *маркерними*, оскільки вони відображають природний або техногенно зумовлений дисбаланс елементів у різних компонентах середовища, включно з літосферою.

Біосубстратні критерії ґрунтуються на кількісній оцінці вмісту ксенобіотиків (конкретних хімічних елементів переважно високих класів токсичності) та величинах поглинутої дози іонізуючої радіації в біосубстратах популяції людини і, особливо, дітей. Використання таких критеріїв оцінки під час еколого-геологічних досліджень вимагає професійної медичної підготовки, а в ідеалі – спільної роботи геолога і медика.

Завдання

1. Наведіть і схарактеризуйте в загальних рисах принципову схему взаємопов'язаної оцінки стану еколого-геологічних умов, біоти й екосистеми.
2. Наведіть приклади біохімічних критеріїв екологічного порушення геосистем.
3. На конкретних прикладах схарактеризуйте медико-демографічні показники, які на території України корелюють із забрудненням довкілля чи його окремих компонентів.
4. На карті України позначте біогеохімічні провінції, які за біогеохімічними показниками можуть належати до зон екологічного ризику. Обґрунтуйте свої висновки.
5. Схарактеризуйте сучасні зони екологічного лиха на території Європи.

ЛР 4. Просідання лесових порід

Леси – це специфічний генетичний тип суто континентальних відкладів проблематичного генезису. Загалом територія України на 65 % укрита лесовими породами. До лесових порід зачисляють леси і лесоподібні супіски, суглинки і глини. Ще В. В. Докучаєв писав, що справжнє багатство країни становлять не золото й алмази, а леси, оскільки на лесах сформувалися найродючіші ґрунти світу.

Лес (від нім. *лозе* – нетвердий, пухкий, *льос* – пил) – ясно-жовтий, сірувато-жовтий, палевий однорідний за гранулометричним складом алеврит (пиловатий супісок, середній суглинок – 0,05–0,01 мм). Характерні діагностичні риси:

- 1) загальна пористість висока – 40–55 %;

2) видимі неозброєним оком каналці (макропори) – густа мережа коротких вертикальних каналців, успадкованих від мінералізованих рослин, засипаних пилом;

3) обов'язкова і значна карбонатність (у вигляді псевдоміцелію, білозірки та інших новоутворень), поєднана, як не дивно, з адсорбтивною ненасиченістю колоїдів лесу кальцієм;

4) здатність утримувати у природних відслоненнях і штучних кар'єрах вертикальні стінки (здатний обвалюватись вертикальними брилами й утворювати стовпчасту окремість і вертикальні обриви);

5) покривний характер залягання в ландшафтах;

6) у разі підтоплення і перезволоження активно просідає, характерні післяпросадні деформації.

Типові леси поширені в Китаї, Середній Азії, у напівпустелях на заході США, у південних степах України. Крім типових лесів, на території Західної Європи (Угорська низовина) та Америки дуже поширені лесоподібні суглинки.

Рельєф лесових рівнин (тип еолового рельєфу) маю свою специфіку: 1) значна перерізаність ландшафтів ярами, які немов би перепилують гребені увалів і пасом; 2) наявність багатьох вимоїн, лощин, ритвин періодичного стоку (місцями настільки велика, що перетворює територію в бедленд = погані землі); 3) наявність різноманітних просадних форм (“блюдець”).

Підмічено цікаву закономірність розподілу ярів – їхнє однакове розташування й витримане спрямування. Напрямок ярів одного схилу долини точно відповідає їхньому напрямку на іншому схилі. Така витриманість напрямків як негативних форм (ярів), так і позитивних (гряд, увалів між ярами) свідчить про закономірності у формуванні рельєфу лесових ландшафтів. Отже, рельєф лесових рівнин на територіях з потужним лесовим покривом формувався під впливом двох процесів – еолового та ерозійного.

Виділяють три типи ґрунтових умов за здатністю до просідання:

1) коли в комплексах порід переважають типові лесові породи (леси), сумарне просідання перевищує 5 см (другий (II) тип ґрунтових умов за просіданням);

2) сумарне просідання порід не перевищує 5 см (перший (I) тип ґрунтових умов за просіданням) за побутового навантаження;

3) непросадні лесоподібні ґрунти.

На території України найбільші виявлені значення просідання досягають 2,0–2,6 м.

В історичному аспекті лесові масиви до недавнього часу зазнавали техногенного впливу регіонального (під час господарського освоєння територій) і локального (як основа споруд, які будували). Тоді глибина техногенного впливу була невелика – властивості порід змінювались незначно. Нині інтенсивний розвиток господарства привів до формування складної структури неоднозначних, різноспрямованих і активних впливів на ГС (техногенне навантаження).

На лесових масивах ГС зазнає суттєвих, подекуди незворотних змін окремих складових за рахунок різкої (у геологічному часі) еволюції геологічної обстановки. За високого рівня техногенного навантаження лесові території, завдяки інженерно-геологічній специфіці, представляють собою складні природно-технічні геосистеми. У їхніх природних межах стан компонентів ГС (у тім числі виникнення й активізація небезпечних геологічних процесів і явищ) багато в чому залежить від діяльності людини: 1) перезволоження або підтоплення територій; 2) порушення поверхневого стоку; 3) створення ставків, водосховищ, іригаційних та гідротехнічних споруд тощо.

Визначено три головні чинники еволюційного розвитку лесових масивів і геосистем загалом: один – зональний і два – регіональні.

Зональний чинник відіграє провідну роль у тому разі, коли ми говоримо про меридіональну і широтну приуроченість регіонів, де формуються леси, до областей покривного і

гірського (карпатського) зледеніння. Від цього залежить процес лесоутворення – седиментогенез і наступні перетворення осадів на стадії діагенезу. За перигляціальних умов панував суворий континентальний клімат. І утворювалися типові просадні лесові відклади (супіски, легкі й середні пилюваті суглинки). Такі умови існували в багатьох регіонах України, у т.ч. на півдні, за винятком Криму. У Рівнинному Криму, тобто поза межами перигляціальної області покривного зледеніння, формувались “теплі” леси в умовах вологішого й теплішого середземноморського клімату. Тому тут формувались переважно непросадні лесоподібні породи.

Стосовно регіональних чинників. Два головні регіональні чинники визначають особливості будови лесових порід і різницю в їхніх просадних властивостях. Перший чинник – це специфіка геологічного розвитку регіону. Другий – різні геоморфологічні умови, різні за амплітудою, направленістю неотектонічних рухів, ступенем денудації та розчленування рельєфу.

Отже, просідання виявляються внаслідок природного підтоплення чи перезволоження лесових масивів, а також техногенного впливу цих чинників. Водонасичення або перезволоження мінеральної маси породи спричиняє зменшення об’єму, ущільнення, і в результаті виникають просадні деформації. Відносне просідання прямо залежить від ступеня вологості ґрунту і його пористості (від ступеня ущільнення).

Розроблено інженерно-геологічну типізацію території України, на якій виділено природно-територіальні комплекси за наявністю лесових порід і їхньою здатністю до просідання:

1) північна частина України – Українське Полісся (19 % всієї площі України). Лесовий покрив мозаїчного та “острівного” типів, головню у вигляді локальних височин на моренно-зандровій і алювіальній рівнинах. Потужність лесового покриву – від 5 до 13 м. Породи часто збагачені тонкопіщаним матеріалом, непросадні, рідше належать до I типу ґрунтових умов за просіданням;

2) лівобережжя Середнього Придніпров’я – умовно від Києва до Дніпра, а також на правобережжі Дніпра, між Черкасами і Чигирином. Лесовий покрив розвинений на надзаплавних річкових терасах, рідше на континентальній пліоценовій рівнині. Непросадні, слабо просадні, I, рідше II тип ґрунтових умов за просіданням. Потужність покриву – до 8–10 м, з півночі на південь вона зростає, на межиріччі Сула–Хорол – до 15–20 м;

3) західні схили Середньоруської височини – Сумська, Харківська і Луганська обл. Лесовий покрив залягає на континентальній пліоценовій рівнині, в його основі – червонобурі “скіфські” глини (тут потужність – 21–26 м). Цих порід нема в заплавах річок і на перших надзаплавних річкових терасах. У Сумській обл. (Полісся) лесова товща залягає на водно-льодовикових піщано-глинистих відкладах, потужність тут – 8–10 м. Лесові породи характеризуються головню I, а на вододілах – II типом ґрунтових умов за просіданням;

4) Причорноморська западина – область покривного і гірського (карпатського) зледеніння, має низку особливостей. Багатошаровий лесовий покрив широко і повно представлений на континентальній пліоценовій рівнині, пліоценових комплексних і четвертинних надзаплавних річкових терасах. Лесових порід нема в заплавах річок і балок, на сучасних косах і пересипах. У стратиграфічному розрізі Причорноморської западини простежується різка зміна шарів лесів і виковних ґрунтів, які розрізняються за літологією, щільністю, лесовим габітусом. Відповідно, лесові утворення представлені легкими і середніми найбільш просадними суглинками і супісками, виковні ґрунти – лесоподібними середніми і важкими суглинками та глинами. Цей регіон характеризується найповнішим для України розрізом лесового покриву з відповідним різноманіттям складу, властивостей і відносного просідання окремих комплексів порід і товщі загалом. Потужність лесового покриву залежно від гіпсометричного положення і розчленування рельєфу на вододільних просторах становить у повному розрізі від 18–20 м до 30–35 м, на терасах Дунаю – до 40–50 м;

5) лесові породи делювіального типу на терасах Дністра, Південного Бугу, Дніпра, Сіверського Донця та ін. На відміну від вододільних просторів межиріч, делювіальні комплекси не мають чіткої стратиграфічної зміни, найбільша їхня потужність – поблизу тилового шва терас. Порооди активно просадні, максимальні значення сумарного просідання за природного навантаження досягають 1,2 м;

6) Правобережна Придніпровська піднесена лесова рівнина, розташована в центральній частині Українського щита – від Житомира, Фастова, Києва на півночі до північної межі Причорноморської западини на півдні. Сюди ж належать південні частини Житомирської і Київської обл., а також Вінницька, Черкаська, Кіровоградська, Дніпропетровська і Запорізька обл. Для цього природно-територіального комплексу лесовий покрив не скрізь однаковий за багат шаровістю і однорідністю порід. Найповніший розріз простежено в районі Дніпра і Запоріжжя. Потужність лесового покриву змінюється від 3–8 м на річкових терасах до 12–25 м на вододілах, потужність зростає з півночі на південь. Лесові породи належать до I і II типів ґрунтових умов за просіданням;

7) Волино-Поділля за багатьма ознаками – специфічна територія. Тут верхньо-середньоплейстоценовий лесовий покрив залягає на мергельно-крейдяних відкладах верхньої крейди. Потужність лесів тут коливається від 5 до 22 м, породи непросадні або слабо просадні головно I типу ґрунтових умов за просіданням;

8) у Передкарпатті й Закарпатті лесовий покрив достатньо різноманітний і неоднорідний за складом і потужністю. Серед порід тут переважають глини, супіски і суглинки. Лесовий покрив залягає головно на надзаплавних річкових терасах. Потужність його змінюється від 0,5–3 до 8–12 м. Збільшення потужності (від 0,5 до 12 м) лесових порід зафіксовано від передгірських районів і вододілів до долин. Порооди непросадні або слабо просадні, переважає I тип ґрунтових умов за просіданням.

Отже, просідання виявляються внаслідок природного підтоплення або перезволоження лесових масивів, а також техногенного впливу таких чинників. Водонасичення або перезволоження мінеральної маси породи спричинює зменшення об'єму, ущільнення, і в кінцевому результаті виникають просадні деформації. Відносно просідання прямо залежить від ступеня вологості ґрунту і його пористості (від ступеня розущільнення).

Завдання

1. Схарактеризуйте найпоширеніші теорії походження лесів.
2. Схарактеризуйте специфічні властивості просадних лесових ґрунтів.
3. За допомогою теоретичних відомостей і даних Еколого-географічного атласу України (2006), Екологічного атласу України (2009), Національного атласу України та геологічної карти України проаналізуйте територію країни з погляду наявності лесових порід і їхньої здатності до просідання.
4. Проаналізуйте проблеми, які виникають у разі організації будівництва на лесових ґрунтах.
5. Підготуйте ілюстративні фотоматеріали з відповідними поясненнями на тему “Просідання лесових порід”.

ЛР 5. Методи еколого-геологічних досліджень

Науковий метод екологічної геології охоплює загальні, спеціальні та часткові методи пізнання, об'єднані в єдину систему, яка підпорядкована вирішенню еколого-геологічних задач. У такій якості він забезпечує своє призначення, охоплюючи методи не тільки геологічних, а й суміжних природничих і медичних наук. Цим забезпечують інформаційний простір екологічної геології.

Важливо, що поряд зі спеціальними частковими методами пізнання науковий метод екологічної геології охоплює спеціальні методи, притаманні лише екологічній геології.

Структура наукового методу екологічної геології

Методи пізнання						
Загальні	Спеціальні		Часткові		Спеціальні методи екологічної геології	
	Загальнонаукові	Загально-геологічні	Суміжних наук	Наук про Землю		
Матеріалістична діалектика Системний аналіз	Математика Фізика Хімія Екологія	Порівняльно-геологічні	Біологія Медицина Географія Соціологія Економіка Ґрунтознавство	Інж. геологія	Еколого-геологічне картування	
				Гідрогеологія		
				Геокріологія		
				Геохімія		
				Геофізика		
				Геологія КК		Функціональний аналіз еколого-геологічних умов
				Геотектоніка		
				Геодинаміка		
				Сеймотектоніка		Еколого-геологічне моделювання
				Геоморфологія		
				Історична геологія		
Палеонтологія	Еколого-геологічний моніторинг					
Петрологія						
Літологія						
Мінералогія						

Як загальні методи, які становлять основу системи пізнання, в екологічній геології розглядають два головні методи. Метод матеріалістичної діалектики – це загальна філософська основа, яка сприяє найповнішому і всебічному відображенню у науковому знанні об’єктивних властивостей і причинно-наслідкових зв’язків об’єкта, який вивчають.

Використання системного аналізу дає змогу розглядати досить складний об’єкт як єдину систему, оцінити, здійснити прогноз еколого-геологічного стану в просторі й часі, розробити програму управлінських рішень. Апарат системного аналізу дає змогу зв’язати в одне ціле геологічні роботи та інформацію з біології й медицини.

Загальне уявлення про методи наук про Землю, які використовують для одержання інформації про різні екологічні функції літосфери, можна отримати з таблиці (див. нижче). У ній представлено 11 геологічних наук різного ієрархічного рівня, методи яких використовують під час еколого-геологічних досліджень.

Вивчення еколого-геологічних систем вимагає вирішення великої кількості теоретичних і практичних питань. Для цього використовують методи різних наук, які застосовують у певній послідовності.

У загальній структурі еколого-геологічних досліджень можна виділити чотири головні блоки.

Блок I – інформаційний. “Формування інформаційної бази даних”. Його мета – формування кількісно і якісно оптимальної інформаційної бази подальших досліджень. Збирають дані про речовинний склад компонентів геологічного середовища (ГС) і розвинені в ньому геофізичні поля. Це вимагає знань про геологічну й геоморфологічну будову регіону, його гідрогеологічні, геокріологічні, геохімічні та геофізичні умови і ступінь їхнього порушення, тобто про сучасний стан. Це власне геологічні дослідження.

Водночас збирають інформацію про джерела техногенного впливу, їхню специфіку, кількість викидів у довкілля або складування й поховання відходів виробництва, про діючі технології. Зібраний матеріал повинен забезпечити оцінку площового забруднення і його динаміки в кількісних характеристиках. Паралельно збирають інформацію про біохімічну

ситуацію, медико-статистичну і біосубстратну характеристику території, захворювання, стан флори і фауни, тобто про всі характеристики, які відображають ступінь порушення системи. Еколог-геолог сам такі специфічні дослідження не проводить, збирає їх у відповідних організаціях, взаємодіє з фахівцями різного профілю. Саме ця інформація дає підстави називати весь комплекс бази даних еколого-геологічним. Без неї всі дослідження не виходять за рамки традиційних, наприклад, інженерно-геологічних або геохімічних робіт.

Методи наук про Землю, які використовують для одержання еколого-геологічної інформації

Методи наук про Землю	Екологічна функція літосфери						
	Ресурсна			Геодинамічна		Геохімічна	Геофізична
	Мінерально-сировинні ресурси	Ресурси підземних вод	Ресурс геологічного простору	Ендогенні геологічні процеси	Екзогенні геологічні процеси	Природні і техногенні геохімічні поля	Природні і техногенні геофізичні поля
Інженерної геології	-	-	++	+	++	+	+
Гідрогеології	-	++	+	-	+	+	-
Геокріології	-	+	++	-	++	-	+
Геохімії	+	+	-	++	+	++	-
Геофізики	+	+	+	++	+	+	++
Геології корисних копалин	++	-	-	-	-	-	-
Геотектоніки, геодинаміки і сейсмотектоніки	+	-	+	+	+	+	+
Геоморфології	+	-	+	-	++	-	-
Історичної геології і палеонтології	+	-	-	-	+	-	-
Петрології, літології і мінералогії	++	-	-	+	+	+	+

Блок II – аналітичний. “Аналіз стану еколого-геологічної системи”. Проводять аналіз і оцінку особливостей компонентів ГС (літосфера, атмосфера, ґрунти, гідросфера...), інформації по технічних об’єктах впливу і даних про реакції живих організмів і людини на цей вплив. Аналізують прямі й обернені зв’язки між компонентами ГС, технічними і біотичними компонентами, виявляють певні тенденції у їхніх взаємовідношеннях і пов’язані з цим екологічні наслідки. Тобто виявляють причинно-наслідкові зв’язки у системі “ГС–техногенні об’єкти–біота”, які впливають на зміну еколого-геологічних умов. На цьому ж етапі виявляють наявні конфліктні ситуації, визначають пріоритети охорони і раціонального використання ГС.

Блок III – прогнозний. “Прогноз зміни еколого-геологічних умов унаслідок взаємодії природних і техногенних чинників”. Розробляють прогноз зміни еколого-геологічних умов за тих чи інших концепцій соціального та економічного розвитку. На цій підставі розробляють модель оптимальної еколого-геологічної обстановки досліджуваної системи. Отже, потрібна інформація про динаміку зміни компонентів ГС під впливом природних і техногенних чинників (дані моніторингу, або режимних спостережень, які дають змогу виявити тенденцію цих змін), а також відомості про соціальну й економічну політику в розвитку досліджуваної території. І на цьому етапі роботи еколог-геолог не може обмежитися тільки результатами професійних досліджень, він звертається у планові й директивні органи для одержання необхідної соціально-економічної інформації, без якої не можна створити просторово-часовий прогноз.

А такий прогноз необхідний для геологічного обґрунтування управлінських рішень зі зниження негативних наслідків техногенного пресингу на ГС і біоту.

Блок IV – контрольно-управлінський. Розробляють геологічне обґрунтування екологічно орієнтованих управлінських і природоохоронних рішень, здійснюють контроль за виконанням (реалізацією) прийнятих управлінських рішень, за роботою захисних споруд і заходів, коректування управлінських рішень на підставі перевірки і уточнення прогнозних оцінок.

Спеціальні методи одержання й опрацювання еколого-геологічної інформації. До них належать еколого-геологічне картування, функціональний аналіз еколого-геологічних умов, еколого-геологічне прогнозування та ін.

Еколого-геологічне картування (ЕГК) – це головний метод дослідження просторового розподілу об'ємів геологічного простору з різними еколого-геологічними умовами. Він ґрунтується на раціональному сполученні прямих або посередніх наземних методів точкового чи лінійного вивчення параметрів еколого-геологічних умов та методів площової екстраполяції цих даних (у цьому разі використовують аерофотоматеріали і дані аерогеофізичних робіт).

ЕГК є самостійним і новим, специфічним видом геологічних робіт для одержання інформації про локальний і регіональний стан еколого-геологічних умов ГС. Головними об'єктами є еколого-геологічні системи, насамперед, гірські породи, ґрунти, підземні води, геохімічні і геофізичні поля, геодинамічні та інші сучасні процеси, які відбуваються у природних і порушених умовах, а також літотехнічні системи, які впливають на стан і параметри верхніх горизонтів літосфери, а через них – і на біоту, включаючи людину. Отже, еколого-геологічне картування дає змогу максимально врахувати зміни всіх компонентів екосистеми ГС (мінерально-сировинні, ресурси, геофізичні поля, геохімічні особливості, рельєф, підземні та поверхневі води, атмосфера, клімат, ґрунтовий і рослинний покрив, тваринний світ...).

Зміни будь-якого з цих компонентів обов'язково впливатимуть на природний стан інших, тому мета геолого-екологічного картування полягає в оцінці стану всіх складових ГС, у з'ясуванні причин відхилення від природних норм, прогнозуванні наслідків такого відхилення, а також у розробці заходів зі стабілізації природного стану ГС.

Кінцевим результатом еколого-геологічного картування є **еколого-геологічні карти**, які певним чином можуть слугувати картографічними моделями еколого-геологічних змін стану ГС техногенними і геологічними процесами, тобто на таких картах не тільки виконують районування територій, а й виділяють ділянки потенційного екологічного ризику, райони інтенсифікації геологічних процесів, особливо тих, які становлять небезпеку для життя людини. Крім того, за результатами еколого-геологічного картування можна виявляти причини змін екологічного стану довкілля і планувати заходи з його поліпшення.

Що таке еколого-геологічна карта? Це графо-математична модель еколого-геологічної обстановки, яка дає узагальнене зображення на топографічній основі стану компонентів ГС, що відображають його екологічні функції. Отже, на будь-яких еколого-геологічних картах повинні бути відображені два блоки інформації про стан еколого-геологічних умов ГС і його компонентів та про стан екосистеми, комфортності й безпеки проживання людини.

Класифікація еколого-геологічних карт за змістом (чотири головні типи)

I – КАРТИ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ

Синтетичні (комплексні)

Еколого-геологічна з характеристикою всіх складових

Аналітичні (часткові)

Еколого-ресурсна

за окремими видами ресурсів

Еколого-геодинамічна
за процесами, їхніми парагенезисами і комплексами
Еколого-геохімічна
за хімічними елементами, їхніми сполуками та асоціаціями
Еколого-геофізична
за геофізичними полями та їх групами

II – КАРТИ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ

Синтетичні (комплексні)

Еколого-геологічного районування (за всіма складовими)
Еколого-геологічного районування (за декількома складовими)
Аналітичні (часткові)

Еколого-ресурсного районування
за окремими видами ресурсів
Еколого-геодинамічного районування
за процесами, їхніми парагенезисами і комплексами
Еколого-геохімічного районування
за хім. елементами, їхніми сполуками та асоціаціями
Еколого-геофізичного районування
за геофізичними полями та їх групами

III – КАРТИ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНІ ПРОГНОЗНІ

Синтетичні (комплексні)

Еколого-геологічна прогнозна
Аналітичні (часткові)
Еколого-ресурсна прогнозна
за окремими видами ресурсів
Еколого-геодинамічна прогнозна
за процесами, їхніми парагенезисами і комплексами
Еколого-геохімічна прогнозна
за хімічними елементами, їхніми сполуками та асоціаціями
Еколого-геофізична прогнозна
за геофізичними полями та їх групами

IV – КАРТИ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЙНІ

Синтетичні (комплексні)

Карта пріоритетів використання території з еколого-геологічних позицій
Карта регламентації господарської діяльності з еколого-геологічних позицій
Карта захисту об'єктів біо- і соціосфери з еколого-геологічних позицій
Карта об'єктів і територій підвищеної екологічної небезпеки
Карта структури еколого-геологічного моніторингу
Карта оцінки екологічного ризику.

За практичним призначенням карти поділяють, як і інженерно-геологічні, на загальні (карти багатопільового призначення) і спеціальні (відображають лише еколого-геологічну інформацію, необхідну для вирішення конкретної задачі).

За масштабом карти поділяють на: оглядові (масштаб дрібніше 1:1 500 000), дрібно-масштабні (1:1 000 000–1:500 000), середньомасштабні (1:200 000–1:50 000) і крупномасштабні (1:25 000 і більше – переважно).

Є також поділ еколого-геологічних карт за характером поновлення матеріалу: 1) з фіксованим змістом інформації, 2) з перманентно поповнюваною інформацією (їх називають чергові карти, їхній зміст постійно поповнюється новими даними про зміну еколого-геологічних умов).

Функціональний аналіз еколого-геологічних умов. Реалізація цього методу дає змогу вирішити головне стратегічне завдання – оцінити сучасний стан еколого-геологічної системи та визначити шляхи і способи досягнення стабільного розвитку цієї системи. Методологія його ґрунтується на принципах, які широко застосовують і в геології, і в екології: системний підхід, принцип історизму, принцип цілісності об’єкта.

Під час проведення даного аналізу виконують такі операції:

1) виділення й опис еколого-геологічних умов досліджуваної території (системи), виявлення конкретних причинно-наслідкових зв’язків між підсистемними елементами, які контролюють еколого-геологічні умови;

2) оцінювання значимості екологічних функцій ГС для соціуму та біологічних об’єктів;

3) складання просторово-часового прогнозу розвитку досліджуваної системи під час очікуваних природних і планованих техногенних впливів;

4) визначення принципів розвитку і шляхів підтримування існування еколого-геологічних умов системи.

Метод функціонального аналізу еколого-геологічних систем потрібно використовувати на всіх етапах еколого-геологічних досліджень.

Під час такого аналізу виділяють три рівні еколого-геологічних систем.

Перший – елементарний рівень, ґрунтується на конкретному виді впливу й утворюваному одновимірному просторі причинно-наслідкових зв’язків. Наприклад, унаслідок будівництва шляхів відбуваються: 1) “перехоплення” поверхневого і підземного стоку, 2) підйом рівня ґрунтових вод, 3) заболочування і підтоплення території. Це має негативні екологічні наслідки – пригнічування рослинності, зміну біоценозів.

Другий рівень системи має складнішу структурну організацію, виділяється в разі формування дво-тривимірного простору причинно-наслідкових зв’язків. У цьому випадку екологічні наслідки можуть відігравати роль самостійного джерела впливу на ГС. Наприклад, у випадку поховання промислових стоків у сейсмоактивних районах можливе виникнення наведених землетрусів, які можуть спричинити руйнування інженерних споруд з наступними екологічними наслідками. У цьому разі фіксовані ланцюжки причинно-наслідкових зв’язків мають складнішу структуру і можуть мати декілька рівнів, які взаємодіють один з одним.

Третій рівень – системи формуються на базі потужного різнопланового джерела впливу і утворюють складно організований простір причинно-наслідкових зв’язків. До таких систем належать, передусім, великі урбанізовані центри типу Києва, Дніпра, райони дії гірничодобувних центрів, промислові центри металургійної, нафтопереробної, хімічної промисловості та ін. Дослідження подібних систем ґрунтується на принципі декомпозиції, тобто виділення в рамках системи простіших, відносно незалежних підсистем.

Еколого-геологічне моделювання. Зміст цього методу полягає у створенні моделей стану еколого-геологічної системи певної території і прогнозування її трансформації за реальних або можливих змін ГС у процесі його взаємодії з природними і техногенними джерелами впливу.

У процесі моделювання послідовно вирішують такі групи задач:

1) створення моделей стану еколого-геологічної ситуації певної території;

2) побудова моделей прогнозування зміни еколого-геологічних умов під час планованих впливів;

3) розроблення і вибір моделі еколого-геологічної системи території (оптимальної, такої, що стійко розвивається);

4) коректування постійно діючої моделі еколого-геологічної системи, що стійко розвивається.

Базові принципи розробки моделі еколого-геологічної системи, що стійко розвивається:

принцип цільового використання – природне середовище потрібно використовувати на підставі максимального розкриття закладених у ньому корисних якостей;

принцип пріоритетів під час вироблення еколого-економічної концепції розвитку регіону – використання якогось компонента середовища не повинно приводити до пригнічвання, деградації, знищення природних об'єктів, які мають вищий ранг якості. На жаль, під час будь-якої антропогенної діяльності наявні екологічні системи зазнають втрат. І завдання полягає в тому, щоб надходження компенсували втрати;

принципи безпеки – техногенна діяльність у разі використання ГС не повинна створювати шкідливе, небезпечне для існування біоценозів і людини середовище життя або мати тривалі негативні екологічні наслідки;

принцип збереження рівня комфортності – техногенна діяльність під час формування нової еколого-геологічної системи або трансформації старої не повинна знижувати рівень комфортності середовища життя людини;

принцип розумного компромісу – необхідний пошук тонкої грані між технічними можливостями виробництва і техногенним впливом на біоценози. Ця задача досить делікатна і непроста, оскільки “якість життя” населення – це соціальне завдання, яке вирішують не тільки фахівці в галузі геології, екології та ін., а й політики, які нерідко відстоюють свої кон'юнктурні інтереси.

Завдання

1. Схарактеризуйте методи геологічних наук, які використовують для одержання еколого-геологічної інформації щодо геодинамічної екологічної функції геологічного середовища.
2. Проаналізуйте причинно-наслідкові зв'язки, які впливають на зміну еколого-геологічних умов, у системі “геологічне середовище–техногенні об'єкти–біота” на прикладі міста (міської агломерації, району, розроблюваного родовища тощо).
3. На контурній карті України позначте такі родовища твердих горючих копалин (кам'яне вугілля, буре вугілля, горючі сланці): Дроздовське, Сула-Удайське, Філіопільське, Струтинь Верхній, Південно-Перещепинське, Гіннівське, Верхньодніпровське, Мошорине-Світлопільське, Верхньосурське, Великозагорівське, Кибинське, Бруслонівське, Золотарівсько-Ревівське, Бантишівське, Коломийське, Писарівське, Куцеволівсько-Солонінське, Палеологівське.
4. Проаналізуйте еколого-геологічне районування України на підставі комплексу карт з таких атласів: Атлас України / гол. ред. Ф. В. Зузук. Київ, 1998 (с. 14, 15, 53–55); Атлас України: комплексний. Київ, 2005 (с. 18–20, 48).
5. Підготуйте стислий аналіз еколого-геологічної карти, яку вам надав викладач.

ЛР 6. Екологічні аспекти зміни геологічного середовища на різних родовищах України

Діяльність гірничодобувних підприємств – головний чинник, який визначає зміну ГС й екологічної обстановки в багатьох районах України. Різні об'єкти гірничодобувного і збагачувального комплексів (кар'єри і підземні гірничі виробки, породні відвали, гідровідвали, хвосто- і шламосховища тощо) спричинюють різноманітні порушення природної рівноваги на великих просторах, приводять до зміни ГС. Господарська діяльність спричинює всезростаючий негативний вплив на середовище життя. Впливу зазнають не тільки локальні, регіональні, а й глобальні природні процеси. Актуальність вирішення головних питань

техногенного впливу на ГС загострюється тим, що техногенні процеси відбуваються швидше історично складених геологічних і мають переважно незворотний характер.

Поняття “зміна ГС” відображає будь-які його відхилення від природної (природно-історичної) рівноваги під впливом техногенного навантаження. Це стосується речовинного складу, структури, стану, властивостей середовища та інтенсивності процесів, що в ньому відбуваються.

Видобуток корисних копалин в Україні, родовища яких розташовані в різних за геологічною будовою районах, ведуть різними способами. Тому техногенний вплив на ГС достатньо індивідуалізований і розрізняється за швидкістю, масштабом та інтенсивністю проявів.

Видобуток залізних руд глибокими шахтами. Цей спосіб застосовують під час експлуатації докембрійських залізородних родовищ (Білозерський р-н Середнього Придніпров'я і Кривбас). Є суттєва різниця в геологічній будові верхнього структурного поверху (осадового чохла) родовищ, де зосереджені головні водоносні горизонти, а також у технології ведення гірничих робіт. Це зумовлює неоднакові зміни компонентів ГС. Загальні проблеми: 1) регіональні зміни гідрогеологічних умов, які полягають у формуванні під впливом шахтного водовідливу величезних за площею депресійних лійок; 2) утилізація високомінералізованих шахтних вод. Поряд зі змінами режиму підземних вод виявляється зміна хімічного складу вод водоносних горизонтів. На Південнобілозерському родовищі ця зміна пов'язана з припливом більш високомінералізованих підземних вод з південної частини Причорноморського артезіанського басейну. На родовищах Кривбасу простежується забруднення підземних вод унаслідок інфільтрації вод високої мінералізації зі шламосховищ і ставків-відстійників у водоносні горизонти. Скиди високомінералізованих шахтних вод приводять також до забруднення поверхневих водотоків і водойм.

На родовищах залізних руд розвинені просадні явища. У Кривбасі вони зумовлені технологією гірничих робіт – обрушенням виробленого простору, внаслідок чого відбувається зсування гірських порід з утворенням відкритих лійок, тріщин просідання і зон плавних зсувів. Як свідчить досвід, форма поверхневого прояву деформацій, зумовлених обрушенням виробленого простору, визначена глибиною виробки. У разі ведення робіт на глибині понад 300 м на поверхні простежується лише зона плавних зсувань.

На Південнобілозерському родовищі, де здійснюють закладання виробленого простору, зрушення масиву в районах ведення гірничих виробок практично не виявляється. Просідання земної поверхні тут зумовлені стисненням і ущільненням порід осадового чохла внаслідок зниження напору підземних вод під час осушення родовища. Спостереження свідчать, що загальне й місцеве осідання при цьому відбуваються плавно в просторі й часі з тенденцією до загасання.

Видобуток вугілля глибокими шахтами. Цей спосіб видобутку використовують у Донецькому, Львівсько-Волинському басейнах і у Західному Донбасі. Головні причини зміни ГС – це вилучення з надр великих об'ємів вугілля, порід, підземних вод, скид стічних забруднень і високомінералізованих вод у відкриті водойма й водотоки. Все це активізує звичайні екзогенні й різноманітні інженерно-геологічні процеси в порушених виробками масивах гірських порід, гідросфері й на поверхні. Як результат – наявні просідання поверхні, осушування або підтоплення територій, виснаження запасів підземних і поверхневих вод, загальне забруднення ґрунтів, зміна ландшафту місцевості.

Наявність виробленого простору є причиною зміни напруженого стану масиву, що спричинює багато видів деформацій гірських порід (виявляються по контуру виробок і на віддалі від них). За рахунок зсування підпрацьований масив розущільнюється, змінюються його міцнісні і фільтраційні характеристики. Просідання і дренаж масиву змінюють рельєф поверхні, порушують режим підземних і поверхневих вод, спричинюють зміни в умовах перебігу геохімічних процесів у підземній гідросфері та в гірських породах.

Простежується просідання підпрацьованих масивів з утворенням на поверхні мульд зрушення. Це зумовлено виїмкою вугільних пластів з повним обрушенням покрівлі. Окремі точки мульди зсуваються неоднаково, унаслідок чого виникають різноспрямовані деформації, які руйнують споруди.

Потужність зони деформацій залежить не тільки від параметрів виробленого простору. Значення мають фізико-механічні властивості (ступінь літифікації) гірських порід, потужність і порядок чергування в розрізі літологічно різних шарів, тектонічні умови. Тому виникають різні умови дренажу підпрацьованого масиву. Наприклад, у слабо змінених породах Західного Донбасу, які зберегли здатність до пластичних деформацій, поширення водопровідних тріщин обмежене висотою, яка дорівнює 15-кратній потужності пласта, який виймають, тоді як у центральних районах Донбасу значення кратності звичайне в межах від 35 до 75.

Формування загального водопрпливу шахт здійснюється за рахунок усіх горизонтів, розташованих у тріщинуватій підпрацьованій зоні. У цьому разі порушується і природний режим циркуляції вод, і умови формування їхнього хімічного складу. Шахтні води різних горизонтів змішуються і в нових для них окиснювальних умовах отримують відповідний хімічний склад і властивості. Вони збагачуються багатьма розчиненими речовинами, які виникають у разі інтенсивного звітрювання вугілля і вмісних порід, підвищується їхня кислотність у разі розкладання сульфідів. Крім того, під час руху по гірничих виробках унаслідок різних технологічних операцій шахтні води забруднюються завислими речовинами, нафтопродуктами, хімреагентами і бактеріальними домішками.

Наявність на поверхні численних ставків-відстійників, а також тривалий скид у гідромережу мінералізованих шахтних вод спричиняють значні зміни режиму поверхневих вод, їхнє хіміко-бактеріологічне забруднення, засолення ґрунтів. У разі хімічної взаємодії шахтних вод з поверхневими відбувається і мінералоутворення: виникають, головню, карбонатні сполуки у вигляді мулу, вони відкладаються на дні водойм і водотоків. Нерідко скид шахтних вод погіршує якість підземних вод там, де організовані великі водозабори.

Технологія підземного видобутку вугілля вимагає створення на поверхні різної форми відвалів (териконів) із роздрібнених вмісних порід. Відвали часто самозапалюються, в атмосферу виділяється велика кількість шкідливих речовин. Породи у відвалах під час звітрювання можуть дезінтегруватись до пилоподібного стану, що полегшує дію на них водної та вітрової ерозії. У середньому на кожен тону видобутого вугілля припадає 0,7 т твердих мінеральних (породних) відходів, у т.ч. 0,3 т після збагачення.

Породні відвали, проммайданчики шахт і збагачувальні фабрики є також джерелами інтенсивного забруднення стікаючих атмосферних і талих вод, які потім потрапляють у гідромережу, фільтруються через ґрунт у ґрунтові води, переносячи велику кількість завислих речовин, нафтопродуктів і розчинних солей – переважно сульфідів, хлоридів, карбонатів, різних мікроелементів, у т.ч. багатьох токсичних.

Значне розширення ареалів забруднення ґрунтів і гідросфери відбувається внаслідок розвівання вітром пиловатих відходів.

Отже, ґрунти і ґрунтові води зазнають комплексного впливу різних способів забруднення, унаслідок чого в решті-решт вилучаються з сільськогосподарського обігу прилеглі території та знижується продуктивність ґрунтів. Крім того, родючі землі займають безпосередньо під відвали, наземні споруди і транспортні шляхи. Вугледобувне виробництво впливає на інтенсивність і напрям багатьох екзогенних геологічних процесів. До найбільш виявлених з них слід зачислити звітрювання гірських порід, водну та повітряну ерозію, зсуви, карстоутворення.

Видобуток вугілля і манганових руд дрібними шахтами. Цей метод використовують під час розробки Дніпровського буровугільного родовища і в Нікопольському манганорудному басейні (цей метод сполучений з відпрацюванням кар'єрами – див. нижче).

Шахти мають глибину не більше 80 м. Головний процес зміни ГС – це відхилення параметрів напруженого стану масивів від природних значень під впливом очисних робіт. Унаслідок цього в разі відпрацювання вугільних пластів і покладів *Mn* руд відбувається зрушення гірських порід масиву, яке виявляється не тільки на ділянках, розташованих над відробленим простором, а й на прилеглих територіях. Динаміка цього процесу така, що земля поверхня просідає через декілька днів після обрушення порід у вироблений простір. Значення максимальних просідань на поверхні, незважаючи на близьку глибину відпрацювання покладів, різні: на Нікопольському родовищі вона не перевищує 2 м, а на Дніпровському буровугільному басейні досягає 4 м.

Існування дрібних шахт зумовлює також зміну гідрогеологічних умов. Ступінь цих змін визначена водорясністю горизонтів, які вмщують і перекривають КК. Найінтенсивніше ці зміни виявляються в районі діючих шахт Дніпробасу, де шахтні водопрпливи становлять від 202 до 1022 м³/год. Осушення тут здійснюють комбінованим способом: водознижувальними свердловинами і шахтними дренажними пристроями. Шахтні води забруднені вугільним пилом і нафтопродуктами. Після очищення у відстійниках їх використовують для технічних потреб і зрошування. Прплив води в шахти Нікопольського басейну значно менший, ніж у підземні виробки Дніпробасу. Їхній рівень звичайно становить 10–25 м³/год, іноді досягає 40. Для попередження забруднення шахтних вод у Нікопольському басейні широко використовують систему дренажу. Для обмеження розмірів депресійних лійок нині споруджують протифільтраційні зависи. Води, які відкачують безпосередньо з шахт, очищують у системі відстійників.

Видобуток вугілля, сірки, залізних і манганових руд кар'єрами. Головні райони в Україні, де використовують (чи використовували) такий спосіб видобутку, – Кривбас, Дніпробас, Нікопольський і Керченський басейни, Передкарпаття. Виробництво гірничих робіт відкритим способом вимагає значної території для кар'єрів, відвалів, інженерних комунікацій і різних промислових споруд. У зв'язку з цим ландшафтні зміни у більшості випадків є головним компонентом змін ГС. За масштабами таких змін передре Кривбас, який відрізняється надзвичайними об'ємами вироблених просторів. Глибина кар'єрів на решті родовищ становить перші десятки метрів, тоді як у Кривбасі – сотні. Суттєві зміни в рельєфі місцевості пов'язані також з організацією відвалів, хвосто- і шламосховищ.

У відвали і шламосховища надходить від 50 до 85 % всієї гірничої маси, яку видобувають з кар'єрів. Формування нового техногенного рельєфу приводить до зміни природного напруженого стану порід і створення штучних відслонень. У подальшому відбувається звільнення гірських порід на штучних відслоненнях, розущільнення/розбухання, гравітаційні явища на схилах, ерозія і фільтраційні деформації, заболочування, підтоплення, висушування, запилення. Зазнають змін гідрогеологічні умови району розробок. Ці зміни виявляються вже на стадії підготовки родовища до експлуатації – під час попереднього осушування. Унаслідок водознижувальних заходів змінюється природний напружений стан масиву порід. Вторинні зміни виражені в ущільненні гірських порід і осіданні земної поверхні, висушуванні земель у межах депресійної лійки, підтопленні території в разі скиду дренажних вод. Під час експлуатації родовищ збільшуються розміри депресійної лійки, забруднюються підземні й поверхневі води через витік розчинів із шлаго- і хвостосховищ.

У Передкарпатті, насамперед на Язівському родовищі сірки, унаслідок зміни гідрогеологічних умов під впливом діючих кар'єрів свого часу активізувалися процеси карстоутворення. Техногенний карст сильно вплинув на рельєф, динаміку підземних і поверхневих вод. Прісні води під час руху до кар'єру різко підвищували мінералізацію завдяки розчиненню гіпсу. Щорічно там у розчин переходило близько 100 тис. т гіпсу. Активізація карстових процесів загрожувала жилим будинкам, промисловим спорудам і комунікаціям. Знижувався рівень ґрунтових вод, що їх використовували для місцевого водопостачання.

Навколишнє середовище в районі бурової свердловини (на нафту і газ). Сучасна діюча бурова установка є потенційним джерелом забруднення ГС. До небажаних наслідків будівництва свердловин на нафту і газ належать: 1) порушення гідрологічного режиму водних об'єктів; 2) погіршення якості підземних і поверхневих вод; 3) забруднення атмосфери; 4) скорочення земельного фонду; 5) зниження родючості ґрунтів.

Головні забруднювачі: відпрацьовані бурові розчини, бурові стічні води, буровий шлам. На 1 м буріння припадає 1–2 куб. м відходів. Відходи буріння містять до 10 % нафти і нафтопродуктів, до 60 г/л забруднюючої органіки, значну кількість розчинних солей, у т.ч. таких токсичних, як іони хлору, натрію, гідрокарбонат-іон; рН відходів коливається в межах 6–10.

За наявною технологією бурові відходи, що утворюються, очищають, нейтралізують і захоронюють у мінеральний ґрунт на місці проведених робіт або у спеціально відведених місцях.

Для контролю довкілля в районі бурової свердловини використовують такі показники: 1) вміст нафти і нафтопродуктів; 2) вміст органіки; 3) рН; 4) мінералізація; 5) вміст іонів: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ + K^+ ; 6) вміст важких металів, насамперед, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb; 7) активність природних радіонуклідів у відходах буріння; 8) загальна токсичність вод і ґрунтів (біологічне тестування).

Завдання

1. На контурній карті України позначити такі родовища (групи родовищ, рудопрояви) металевих і неметалевих корисних копалин: 1) Токмацьке родовище мангану; 2) Високопільське родовище бокситів; 3) Прутівське родовище нікелю; 4) родовище золота Сауляк; 5) Краснокутське розсипне родовище Zr і Hf; 6) Салтичанський рудопрояв молібдену; 7) Майське родовище золота; 8) Калущ-Голинська група родовищ магнієвих солей; 9) Слобідське родовище гранату; 10) Балахівське родовище графіту; 11) Котельнянське родовище каоліну; 12) Сухоконське родовище амфіболітів; 13) Мало-Скелівське родовище кварцитів; 14) Яблуново-Володарське родовище польвошпатової сировини; 15) Берестовецьке родовище базальтів; 16) родовище метаультрабазитів Хутір Садовий; 17) Лозівське родовище долеритів, габро-долеритів і діоритових порфіритів; 18) Братське родовище урану; 19) Азовське родовище рідкісноземельних елементів; 20) Першотравневе родовище флюсових вапняків.

2. Побудувати графіки (або гістограми) динаміки видобутку в Україні різних видів природної будівельної сировини протягом 1999–2009 рр. (за даними таблиці) і проаналізувати отриману картину.

Сировина	Роки										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Гіпс, тис. т	387	333	435	317	478	653	703	711	1622	1971	1616
Керамзитова сировина, тис. т	109	108	145	105	300	216	219	210	188	177	75,8
Будівельна крейда, тис. т	383	627	281	431	541	577	851	308	357	231	346
Скляні піски, тис. т	699	815	995	1043	1089	1164	1292	1208	1291	1614	878
Цегельно-чирепична сировина, тис. т	2267	2952	1960	2208	3217	3253	3532	4651	4881	4342	2520
Пиляльне каміння, тис. т	986	1129	1111	1324	1664	1710	1449	2052	1991	1139	860

Тугоплавкі глини, тис. т	528	257	477	911	420	573	599	657	471	603	162
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

3. Схарактеризуйте відомі вам новітні технології видобування корисних копалин (до прикладу, газифікація вугілля).

4. Виконати необхідні розрахунки і замість червоних знаків питання поставити вираховані числа.

А. Розрахунок сумарного водопрпливу у кар'єр

Розроблювана ділянка Кишинського родовища гранітів розташована на вододілі межиріччя річки Уборть (Житомирська обл.). Середня абсолютна позначка поверхні родовища – 192,0 м.

Абсолютна позначка розробки корисної копалини становить 182 м. Статичний рівень води у розвідувальних свердловинах встановлюється на глибині 0,5 м. Це свідчить, що четвертинні відклади на родовищі мало здреновані. За таких умов розрахункове зниження рівня води в кар'єрі дорівнюватиме 10,0 м.

Водопрплив води у кар'єр розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi \kappa_m H_e}{\ln \frac{R_n}{\rho}}$$

де $R_n = 1,5\sqrt{a_y t}$ – приведений радіус дисперсії за умов досягнення постійного рівня води в кар'єрі;

$R_{\rho} = \rho + \sqrt{\pi a_y t} = \rho + 1,8\sqrt{a_y t} + \rho = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$ – приведений радіус кар'єру, м;

F – площа кар'єру, м²;

κ_m – водопровідність водоносного горизонту, м²/добу;

H_e – потужність водоносного горизонту до позначки розробки корисної копалини, м;

$a_y = \frac{\kappa_m}{\mu}$ – рівнепровідність водоносного горизонту, м²/добу;

μ – водовіддача водоносного горизонту для тріщинуватої зони, не перевищує 5 %;

t – час настання стаціонарного режиму фільтрації, доба.

Вихідні дані та результати розрахунків наведеного радіуса впливу кар'єру та водопрпливу до цього кар'єру наведені у таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

Результати розрахунків радіуса впливу кар'єру

κ_m , м ² /добу	μ	a_y , м ² /добу	F , м ²	ρ , м	t , доба	R_n , м
4,0	0,05	?	15200	70	365	?

Таблиця 2

Результати розрахунків водопрпливу в кар'єр

κ_m , м ² /добу	H_e , м	ρ , м	R_n , м	Q , м ³ /добу
4,0	10	70	?	?

Додатково визначимо водоприплив у кар'єр дослідно-промислового видобутку за рахунок атмосферних опадів. Інтенсивність атмосферних опадів для району Житомирського Полісся змінюється протягом року від 33 мм у лютому до 83 мм у липні і сумарно щорічно становить 615 мм. Надходження води з атмосферних опадів визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{атм.}} = \eta \frac{FN}{365},$$

де F – площа кар'єру, м²; N – кількість опадів, мм/рік; η – коефіцієнт, який враховує витрати на випаровування. Вихідні дані і результати розрахунків наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати розрахунків надходження води в кар'єр за рахунок атмосферних опадів

$F, \text{ м}^2$	$N, \text{ мм/рік}$	η	$Q, \text{ м}^3/\text{добу}$
15 200	615	0,7	?

Отже, сумарний водоприплив у кар'єр під час дослідно-промислового видобутку становитиме:

$$Q_{\text{сум}} = Q + Q_{\text{атм}} = ? + ? = ? \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Б. Розрахунок основних викидів в атмосферу під час відкритих гірничих розробок на Кишиньському родовищі гранітів

Розкривні роботи. Під час розкривних робіт та навантаження породи екскаваторами в автосамоскиди в атмосферу виділяється пил із вмістом $\text{SiO}_2 < 20\%$. Час роботи екскаватора на розкривних роботах становить 25 % від загального часу навантажування. Викиди забруднювальних речовин (ЗР) під час розкривних і навантажувально-розвантажувальних робіт визначають за такими формулами:

$$M_1 = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times B \times G \times 106/3600, \text{ г/с};$$

$$M_1 = ? \text{ г/с},$$

де K_1 – вагова частка пилової фракції в матеріалі – 0,04;

K_2 – частка пилу, що переходить в аерозоль – 0,02;

K_3 – коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови, – 1,0;

K_4 – коефіцієнт, що враховує захищеність вузла, – 1,0;

K_5 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, – 0,01;

K_6 – коефіцієнт, що враховує крупність матеріалу, – 0,4;

B – коефіцієнт, що враховує висоту пересипання, – 0,5;

G – продуктивність вузла пересипання, т/год – 55,0.

$$M_2 = M_1 \times 3\,600 \times T \times 10^{-6}, \text{ т/рік};$$

$$M_2 = ? \text{ т/рік},$$

де T – час роботи технологічного обладнання – 504,0 год/рік;

10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

Бурові роботи. При підготовці підривних робіт з метою розколювання гранітного моноліту в кар'єрі проводиться буріння шпурів пневматичними бурильними молотками ПР-18Л. При бурінні застосовують водяний спосіб зниження пилопригнічування. Розрахунок викидів ЗР виконують за такими формулами:

$$M_3 = N_3 \times Z \times (1-q), \text{ г/с};$$

$$M_3 = ? \text{ г/с},$$

де N_3 – кількість використовуваних бурових молотків – 6 шт.;

Z – кількість пилу, що виділяється при бурінні одним пневматичним молотком з гідропилопригнічуванням, – 0,005 г/с;

q – масова частка пилової фракції в матеріалі – 0,04 г/с.

$$M_4 = M_3 \times 3\,600 \times T_4 \times 10^{-6}, \text{ т/рік};$$

$$M_4 = ? \text{ т/рік},$$

де T_4 – час роботи технологічного обладнання – 1 896 год/рік;
 10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

Підривні роботи. Розрахунок одноразових викидів пилу виконують за такими формулами:

$$M_5 = a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 \times A_5 \times 106/T, \text{ г/с};$$

$$M_5 = ? \text{ г/с},$$

де a_1 – кількість матеріалу, що піднімається в повітря в разі вибуху 1 кг вибухової речовини (порох), – 3,5 т;

a_2 – частка, що переходить в аерозоль летучої частини пилу з розміром часток 0–50 мкм відносно висадженої гірської маси – 2×10^{-5} ;

a_3 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру у зоні вибуху, – 1,2;

a_4 – коефіцієнт, що враховує вплив обводнення шпурів та попереднє зволоження, – 0,5;

A_5 – величина заряду вибухової речовини – 0,045 кг;

T – час емісії пилу під час вибуху – 600 с.

$$M_6 = a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 \times A_6, \text{ т/рік};$$

$$M_6 = ? \text{ т/рік},$$

де позначення ті самі.

Навантаження гірської маси. Загальну кількість пилу, який виділяється в атмосферу під час навантажувально-розвантажувальних робіт у межах кар'єру, визначають за такими формулами:

$$M_{11} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times B \times G \times 106/3\,600 \text{ г/с};$$

$$M_{11} = ? \text{ г/с},$$

де K_1 – вагова частка пилової фракції в матеріалі – 0,04;

K_2 – частка пилу, що переходить в аерозоль – 0,02;

K_3 – коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови, – 1,0;

K_4 – коефіцієнт, що враховує захищеність вузла, – 1,0;

K_5 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, – 0,01;

K_6 – коефіцієнт, що враховує крупність матеріалу, – 0,4;

B – коефіцієнт, що враховує висоту насипання, – 0,5;

Π – продуктивність робіт, т/год – 52,0.

$$M_{12} = M_{11} \times 3\,600 \times T_{12} \times 10^{-6}, \text{ т/рік};$$

$$M_{12} = ? \text{ т/рік},$$

де T_{12} – час роботи технологічного устаткування, 1 476,0 год/рік;

10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

Викиди пилу під час автотранспортних робіт. Загальну кількість пилу, який виділяє автотранспорт у повітря під час роботи в кар'єрі, визначають за такими формулами:

$$M_{13} = (C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_6 \times C_7 \times N_{13} \times L \times g_1) / (3\,600 \times C_4 \times C_5 \times C_6 \times F \times n \times g_2), \text{ г/с};$$

$$M_{13} = ? \text{ г/с},$$

де C_1 – коефіцієнт, що враховує середню вантажопідйомність автотранспорту, – 1,0;

C_2 – коефіцієнт, що враховує середню швидкість пересування, км/год – 1,0;

C_3 – коефіцієнт, що враховує стан доріг, – 1,0;

C_4 – коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу на платформі – 1,3;

C_5 – коефіцієнт, що враховує швидкість обдування матеріалу, – 1,2 км/год;
 C_6 – коефіцієнт, що враховує вологість поверхневого шару матеріалу, – 0,01;
 C_7 – коефіцієнт, що враховує частку пилу, яка вноситься в атмосферу, – 0,01 г/год;
 N_{13} – кількість ходок усього транспорту за годину – три ходки;
 L – середня довжина однієї ходки в межах кар'єру, – 0,32 км;
 g_1 – пилевиділення в атмосферу на 1 км пробігу за $C_1=C_2=C_3=1$ приймають рівним 1450,0 г/км;
 g_2 – пилевиділення з одиниці фактичної поверхні матеріалу на платформі – 0,002г/м²;
 n – кількість автомашин, які працюють у кар'єрі, – 2 шт.;
 F – середня площа платформи – 12,0 м².

$$M_{14} = M_{13} \times 3\,600 \times T_{14} \times 10^{-6}, \text{ т/рік};$$

$$M_{14} = ? \text{ т/рік},$$

де T_{14} – час роботи автотранспорту на території кар'єру – 1 613,0 год/рік;
 10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

ЛР 7. Геодинамічна екологічна функція літосфери

Геодинамічна екологічна функція геологічного середовища (ЕФГС) відображає здатність ГС впливати на стан біоти, безпеку і комфортність проживання людини через природні й техногенні процеси та явища. Вона характеризує вплив динаміки літосфери внаслідок її природного й техногенного розвитку на умови існування біоценозів, у тім числі людського суспільства.

Прояви і розвиток подібних процесів за природних умов пов'язані як із зовнішніми, космічними чинниками, так і з розрядженням напружень у геофізичних полях Землі, а вплив геологічних процесів на біоту – з переміщенням речовини земної кори і перетворенням рельєфу. Отже, геодинамічні екологічні властивості літосфери зумовлені як енергетичною складовою літосфери, так і динамікою її речовинного складу, включно з рельєфотвірними чинниками.

Геодинамічна ЕФГС реалізується через прояв небезпечних і катастрофічних геологічних процесів (вулканізм, землетруси, селі, лавини тощо) і геодинамічних зон, які впливають на біоту.

На природно-техногенному етапі розвитку (коли з'явилася людина) важлива роль у становленні геодинамічної функції переходить до техногенного впливу, з яким пов'язане не тільки посилення деструктивних процесів, а й їхня динаміка. Можна впевнено говорити про різке зростання ролі геодинамічної ЕФГС на сучасному етапі розвитку і про принципово новий, інтенсивніший рівень її впливу на біоту і комфортність існування людини. Водночас техногенез не тільки призводить до розвитку нових негативних процесів або активізує природні, а й у деяких випадках дає змогу знижувати їхню активність і локалізувати. Саме локалізацію слід розглядати як специфічну, особливу рису геодинамічної функції, яка відкриває можливості управління екзогенними геологічними процесами за допомогою заходів інженерного захисту об'єктів, споруд і територій.

Відмітною рисою геодинамічної функції є можливість її реалізації як безпосередньо у вигляді негативного щодо біоти явища, так і опосередковано – через ресурсну, геофізичну або геохімічну функції. Наприклад, оцінку площинної ерозії можна розглядати через інтенсивність процесу і площинну ураженість ним певної території (геодинамічний критерій оцінки), або через втрату чи скорочення запасів гумусу, земельних ресурсів (ресурсний критерій оцінки).

Нині намітилися два шляхи, два підходи до оцінки впливу геодинамічного чинника ГС на біоту. Перший пов'язаний з аналізом і оцінкою впливу окремих геологічних процесів

або їхніх комплексів, головню, на людину і по суті зводиться до виявлення екологічних наслідків прояву цих процесів. Другий підхід пов'язаний з вивченням сучасних геодинамічних зон і аномалій літосфери та їхнім інтегральним впливом на біоту. Ці зони визначають особливості розподілу напруженого стану масивів гірських порід, розвиток ділянок підвищеної тріщинуватості і проникності, що, своєю чергою, впливає на особливості циркуляції підземних вод, інтенсифікацію несприятливих геологічних і екологічно небезпечних техногенних процесів. Активні геодинамічні аномалії можуть контролювати проникнення фізичних і хімічних забруднювачів у літосферу, впливати на навколишній ландшафт, біологічні об'єкти, на здоров'я людини і суттєво знижувати цінність земельних ресурсів, впливати на рівень земельної ренти у межах міських територій.

Отже, об'єктом вивчення еколого-геодинамічних досліджень є геологічні процеси і геодинамічні зони й аномалії, а предметом вивчення – знання про впливи цих компонентів літосфери на біоту.

Структура геодинамічної ЕФГС визначена об'єктом її вивчення і містить низку ієрархічних рівнів. На першому рівні розглядають усі геологічні процеси і геодинамічні зони. На другому – виділяють групи геологічних та деяких інших природних процесів (гідрологічних, кліматичних тощо) і техногенних процесів, які різняться за характером прояву і впливу на екосистему і людину, та геодинамічні аномалії.

Систематика геодинамічної ЕФГС така: I. Природні геологічні процеси: несприятливі; катастрофічні. II. Антропогенні (техногенні) геологічні процеси: несприятливі; катастрофічні.

Наприклад, землетруси: вимірюваний параметр – струс поверхні Землі; кількість градацій за інтенсивністю – 12; інтенсивність у балах, яка викликає наслідки прояву катастрофічних процесів – 9–12, несприятливих – 1–8.

Цунамі (шкала Амбрейсіза) – амплітуда хвилі (6); катастрофічні – 5–6, несприятливі – 1–4.

Виверження вулканів – за радіусом дії (ступінь механічного, термічного і хімічного впливу: катастрофічні – 1–2; несприятливі – 3.

Катастрофа – від гр. катастрофе – переворот, загибель. Катастрофа – це несподівана подія, швидкоплинний процес, що приводить до тяжких наслідків, руйнувань і жертв. Це різка зміна структури екосистеми, яка приводить до руйнування якоїсь її ділянки. Причиною такої зміни може бути як зовнішній вплив на цю ділянку системи, так і розрядка її внутрішніх напруг, які перевищили міцність структури. Зазначимо, що природні катастрофи природні й неминучі як компонент еволюційного розвитку Землі. Смерчі, торнадо, пилові й соляні бурі, повені, снігопади (снігові бурі), снігові лавини, селі, зсуви, обвали, провали.

Землетруси, виверження вулканів, цунамі.

Небезпечні процеси. Принципово важливою ознакою виділення групи небезпечних процесів є положення про те, що вони безпосередньо впливають (механічно, хімічно тощо) на абіотичну складову екосистеми і тільки посередньо, через її зміни або руйнування, на флору, живі організми і людину. Саме з цією групою процесів пов'язані втрати якості і власне ресурсу геологічного простору в регіональних масштабах.

Зміна рівня великих водойм.

Несприятливі процеси. Вони не становлять безпосередньої загрози для життя і не приводять до руйнувань, проте викликають зміни абіотичної складової екосистем. Вони негативно впливають на умови життєдіяльності людини через деформацію і ускладнення експлуатації інженерних споруд. Це процеси тривалої дії, з тривалим періодом підготовки, звичайно з віддаленими й опосередкованими екологічними наслідками як для людини, так і для абіотичної складової (термоабразія, льодовики, заболочування, термокарст, бічна і донна ерозія, суфозія, соліфлюкція).

Геодинамічні зони, аномалії та їхні особливості. Це планетарні структури земної кори, пов'язані з зонами глибинної тріщинуватості, високої проникності і напружено-деформованого стану вмісного середовища.

З екологічних позицій: усі ці зони тектонічно ослаблені, рухомі, мають ознаки дроблення, розтягнення, що сприяє міграції тепла і флюїдів з глибини і перерозподілу їх у пластах гірських порід. Тут існують геохімічні, геофізичні, еманційні поля й аномалії, параметри яких змінюються у просторі і з часом, впливаючи не тільки на мінеральну частину ГС, а й на біологічну (розвиток і стан мікроорганізмів, рослин, тварин, людей).

Думок багато, однак головне – воістину планетарний екологічний вплив на біоту таких структурних зон.

Сучасні геодинамічні аномалії – це локальні ділянки земної кори з аномальними за інтенсивністю (амплітудою) та імпульсивністю (швидкістю) проявів геодинамічних процесів, які мають хвильову природу розвитку. Це об'єкт і предмет дослідження наукового напрямку “екологічна геодинаміка”, пов'язаного з вивченням нестабільного напружено-деформованого стану земних надр (літосферних блоків), зумовленого змінними з часом тектонічними напруженнями, які активізують і направляють деформаційні й міграційні процеси як у межах земної кори, так і на земній поверхні. Головні концептуальні положення:

1) сучасний напружено-деформований стан земних надр має просторово-часову нестабільність, яка має хвильовий характер з періодичністю 2–3 роки, 5–6, 11–13, 22–25 і 60 років;

2) на тлі вираженої регіональної диференціації напруженого стану земних надр існують локальні аномальні прояви сучасних геодинамічних процесів (геодинамічні аномалії), у динаміці яких також простежують хвильову природу. Інтенсивні локальні аномалії вертикальних і горизонтальних рухів земної поверхні приурочені до зон тектонічних напружень різного типу і рангу або їх перетинів; ці аномальні рухи високоградієнтні (понад 50 мм/рік), короткоперіодичні (від 0,1 року до перших років), просторово локалізовані (від 0,1 км до перших десятків км);

3) виявлено просторово-часові закономірності зв'язку між геодинамічним і флюїдо-динамічним режимами осадового чохла.

Вплив сучасних геодинамічних неоднорідностей на еколого-геологічні умови і стан біоти визначений характером та інтенсивністю пов'язаних з ними деформаційних і міграційних процесів. Вплив цих процесів суттєвий для функціонування літотехнічних систем і біоти, хоча і для біоти має в більшості випадків опосередкований характер. Вони можуть:

1) бути причиною ініціації різних геологічних процесів (зсувів, землетрусів, цунамі, зміни рівневого режиму водойм та ін.), які безпосередньо впливають на НПС та умови життєдіяльності людини, контролюючи масштаби руйнівної дії цих процесів;

2) зумовлювати деформації і навіть руйнування інженерних споруд і тим самим впливати на біоту, включно з людиною;

3) бути причиною посилення корозійних процесів, оскільки активізація розломів супроводжується збільшенням концентрації хімічно агресивного флюїду в локальних об'ємах, а різке збільшення рівня локальних напружень приводить до ефекту “корозія під напругою”;

4) сприяти створенню міграційних умов для поширення потенційно екологічно шкідливих речовин.

Геодинамічні зони поділяють на два види.

Перший – геодинамічні аномалії, які активізують природні геологічні процеси, безпосередньо впливаючи на біоту. Вони приурочені до місць напруженого стану земних надр і пов'язані головню з зонами тектонічних порушень різного типу і рангу. Фактично це місця скиду напруги земної кори, що виявляється у високоградієнтних рухах літосферних блоків, землетрусах і вулканічній діяльності, що ініціює цілу низку супутніх катастрофічних

геологічних процесів. Такі аномальні зони відомі в рифтових зонах, в альпійському поясі гірсько-складчастих споруд, у зонах активізації неотектонічних рухів. Вплив цих процесів на біоту, екологічні наслідки їхнього прояву ми вже розглядали раніше.

Другий – геодинамічні аномалії, у яких високоградієнтні короткоперіодичні тектонічні рухи впливають на біоту опосередковано через руйнування інженерних споруд. Головну екологічну небезпеку викликають аномальні прояви сучасних геодинамічних процесів, оскільки процес деформації гірських порід у межах геодинамічних аномалій відбувається з надзвичайною інтенсивністю і дуже імпульсивно, дуже швидко в часі, що сумірно з часом “життя” самої геодинамічної аномалії (від перших місяців до півроку). Саме в межах геодинамічних аномалій зафіксовано найвищі градієнти деформації земної кори, включно з земною поверхнею.

Самі по собі геодинамічні аномалії не несуть у собі екологічної небезпеки. Вона виникає лише в тому випадку, коли потенційно екологічно небезпечні техногенні об’єкти (АЕС, нафтогазові об’єкти, місця складування промислових хімічних і ядерних відходів) виявляються в зоні впливу аномального прояву сучасних геодинамічних процесів, які концентруються, зазвичай, у межах локальних ділянок і можуть впливати на стійкість технічного стану цих об’єктів.

Як приклад – нафтогазовий комплекс. Аномальні прояви геодинамічних процесів нерідко є причиною аварій нафтогазових свердловин, пов’язаних з різкими викривленнями обсадних колон свердловин, що часто приводить до їхньої розгерметизації. У цьому випадку свердловини є небезпечними щодо забруднення довкілля і водних ресурсів, оскільки через них можуть відбутися витіки нафти і соленої підземної води на поверхню та у верхні горизонти з прісною водою. Більш серйозні аварії, пов’язані з поломкою обсадних колон, сприяють вільному і значному надходженню у пластові води нафтопродуктів і отрутохімікатів, що їх використовують під час буріння.

Наслідки аварій свердловин – особлива екологічна небезпека у випадку, якщо родовище розташоване в межах тектонічно активних нині районів. Завдяки високому ступеню роздроблювання і тріщинуватості гірських порід у межах мобільних зон і активної флюїдодинаміки, нафтопродукти й отрутохімікати, що надійшли у пластові води, можуть поширюватися на значні відстані як по площі, так і безперешкодно надходити у верхні горизонти, забруднюючи ґрунтові води. Це особливо важливо для районів, відомих мінеральними джерелами.

Інтенсивні й різноспрямовані сучасні вертикальні рухи земної поверхні можуть приводити до великих наземних аварій і спричиняти великомасштабні вогнища забруднення земної поверхні. Зокрема, з локальними супердеформаціями земної поверхні мають просторовий зв’язок пориви трубопроводів різного призначення. Причому це відбувається як у межах родовищ, так і по всій лінії трасування. З них 76–94 % аварій збігаються з часом і у просторі з локальними аномальними проявами сучасних вертикальних рухів земної поверхні.

У зв’язку з очевидною залежністю еколого-геологічного благополуччя від геодинамічного стану земної кори стала актуальною розробка прогнозу можливих змін екологічної обстановки. Такий прогноз має виявити вірогідний екологічний рівень залежно від змінних геодинамічних умов.

Геодинамічні критерії і показники масштабу й інтенсивності розвитку геологічних процесів. Використовують критерії, які характеризують зміни рельєфу, самого масиву, якості геологічного простору. Їх поділяють на площинні (співвідношення порушеної площі до непорушеної або загальної площі), енергетичні (швидкості й об’єми зміщуваних порід) і динамічні (швидкості, темпи нарощування негативних порушень поверхні й підземного простору літосфери). Ці критерії використовують під час тематичних робіт, під час дрібно- і середньомасштабного картування.

Критерії і показники, які характеризують екологічно несприятливі зміни абіотичних компонентів ландшафту і його літогенної основи внаслідок активних геологічних процесів. Такі зміни розглядають з декількох позицій:

- 1) за ступенем і площею зміни природного середовища під впливом геологічних процесів;
- 2) за глибиною деформації літогенної основи;
- 3) за ступенем деградації ґрунтового покриву (змивання ґрунтових горизонтів, вміст гумусу...);
- 4) за зміною рівня ґрунтових вод щодо критичного значення;
- 5) за накопиченням легкорозчинних солей;
- 6) за зміною поверхневого стоку;
- 7) за покриттям поверхні абіотичними утвореннями (унаслідок повеней, селів, зсувів-потоків та ін.);
- 8) за можливістю виникнення наведених геологічних процесів.

Виділяють чотири класи стану еколого-геологічних умов:

1. Задовільний (зона екологічної норми); характерні незначні зміни на обмеженій за площею території (до 5 %), можлива локальна (до 5 % площі) деформація літогенної основи ландшафту на глибину до 5 м; ґрунти незмиті або слабо змиті (до 10 % горизонту А₁), з вмістом гумусу не менше 90 % від природного; підвищення рівня ґрунтових вод не вище від критичного значення; незначний вміст легкорозчинних солей.

2. Умовно задовільний (зона екологічного ризику); характерні помітні негативні зміни природного сер. геологічними процесами на площі до 25 % зі збереженням цієї тенденції; деформація і зміщення літогенної основи ландшафту на глибину до 20 м; підвищення рівня ґрунтових вод до 25 % від критичного; ґрунти слабо- і середньозмиті (горизонт А₁ або 50 % горизонту А), вміст гумусу 70–90 % від природного; накопичення легкорозчинних солей до 1 %; порушення поверхневого стоку через загачування завальними дамбами заввишки до 5 м русел струмків і річок з утворенням ставків і озер; локальне покриття поверхні абіотичними утвореннями потужністю до 10 см.

3. Незадовільний (зона екологічної кризи); наслідки геодинамічних впливів досягають критичних значень і приводять до: суттєво стійких негативних змін ландшафту на території площею до 50 %; змін характеру рельєфу; деформації і зміщення літогенної основи ландшафту на глибину до 50 м; підвищення рівня ґрунтових вод до 50 % від критичного; сильного змивання ґрунтів; накопичення легкорозчинних солей до 3 %; перекриття абіотичними утвореннями потужністю 10–20 см; загачування русел струмків і річок завальними дамбами заввишки понад 10 м з небезпекою прориву новоутворених озер.

4. Катастрофічний (зона екологічного лиха): геодинамічні впливи перевищують порогові значення і приводять до: глибоких і незворотних змін або руйнування ландшафту, до втрати його екологічних функцій на площі понад 50 %; деформації і зміщення літогенної основи ландшафту на глибину понад 50 м; підвищення рівня ґрунтових вод понад 50 % від критичного значення; перекривання потужними абіотичними утвореннями; досить сильного змивання ґрунтів до повного знищення ґрунтових горизонтів; виникнення наведених геологічних процесів, які посилюють негативність екологічної ситуації.

Біологічні критерії і показники змінності представників біоти та їхніх комплексів під впливом геодинамічних процесів та їхніх наслідків. Біологічні показники слугують, з одного боку, для оцінки змінності представників біоти під впливом геологічних процесів, а з іншого, – їх часто використовують як індикатори характеру й активності розвитку цих процесів. Це такі критерії, як щільність проективного покриття рослинності, зміна біорізноманіття, поява вторинних видів рослинності тощо. Ці критерії характеризують можливі екологічні наслідки дії геологічних процесів напряму на біоту та опосередковано – на людину. Наприклад, зменшення проективного покриття рослинності, яке відбувається внаслідок

природних геологічних процесів або антропогенного впливу, опосередковано може позначитись на умовах життєдіяльності людини і навіть на її здоров'ї.

Серед біологічних критеріїв перший – кількість людських жертв, зумовлених певним геологічним процесом. Стан норми – жертв нема; стан ризику – до 30; криза – 31–1000 (події суттєво змінюють психологічну обстановку і спричиняють в населених регіонах спалахи міграції); лихо – понад 1000 (ці події створюють у суспільства загальний смуток, викликають принципові зміни життєвих цінностей, а у людей, які вціліли, назавжди залишаються подією, яка зламала їм життя (наприклад, втрата близьких під час землетрусу).

Ботанічні критерії оцінки – дуже чутливі до порушень НПС, у т.ч. літосфери. Погіршення видового складу природної рослинності, зменшення біорізноманіття... Якщо пов'язати зони екологічного стану рослинності з класами стану екологічних умов, то можна відобразити цю інформацію на еколого-геологічних картах.

Також важливі ґрунтові критерії: глибина змивання ґрунтових горизонтів, площа відслонених корінних порід, площа цілком змитих ґрунтів, ступінь задернованості піщаних ґрунтів, площа вторинно засоленних ґрунтів тощо.

Використання цих критеріїв у сукупності дає змогу вивести комплексні біологічні показники для виділення зон екологічного стану.

Зона екологічної норми: на території відбувається природна зміна домінантів, субдомінантів і характерних видів; зменшення біорізноманіття (індекс різноманіття Сімпсона) не перевищує 10 % від норми; нема помітного зниження продуктивності і стійкості екосистеми; щільність проективного покриття відповідає природно-кліматичним умовам.

Зона екологічного ризику: задовільний (порівняно несприятливий) стан літосфери – локальна пригніченість рослинності; поява вторинних видів; зменшення біорізноманіття до 10–25 % від норми; проективне покриття рослинності зменшується до 70 % від норми; зниження родючості ґрунтів до 85 % від потенційного приводить до помітного зниження продуктивності і стійкості екосистем; рівень активної мікробної біомаси знижується в 5–10 разів. Ці зміни приводять до появи незакріплених і напівзакріплених схилів з наступним розвитком площинного змиву, накопиченням селевого матеріалу і т.п. Зміни у рослинних екосистемах не мають незворотного характеру.

Зона екологічної кризи: незадовільний (досить несприятливий) стан літосфери – локальне знищення трав'яної і деревної рослинності; формування на місці корінної рослинності вторинної рослинності, яка відповідає зміні режиму вологозабезпечення (висушення, обводнення, вторинне засолення ґрунтів...); переважання вторинної рослинності; зменшення біорізноманіття до 25 % від норми; проективне покриття рослинності зменшується до 10 % від норми. Зниження родючості ґрунтів (25–65 % від потенційної) приводить до сильного зниження продуктивності і стійкості екосистем, що веде до важкооборотних порушень. Рівень активної мікробної біомаси знижується в 10–50 разів. Зміни природної рослинності мають незворотний характер. Вони можуть виявитися у зменненні лісів; розвитку злакових різнотравних луків на місці екосистем широколистяних лісів; розвитку низькорослих кущів, напівкущів і багатолітніх трав на місці зведених деревно-чагарникових формацій; у зміні рослинності лучних спільнот напівпустельними (полин, солянки...)... На грані знищення є багато видів рослин.

Зона екологічного лиха: катастрофічний стан літосфери – на території простежують незворотні порушення екосистем: зменшення проективного покриття рослинності понад 50 % від норми; зменшення різноманітності вторинних видів, практично повна відсутність корисних рослин; сильне зниження родючості ґрунтів через сильне їх змивання і значне зниження вмісту гумусу. Для природних рослинних екосистем катастрофічні наслідки має заміщення їх агроекосистемами, виробничими комплексами, поселеннями.

Соціально-економічні критерії оцінки впливу несприятливих геологічних процесів. Тут передують економічні критерії оцінки впливу небезпечних і несприятливих процесів,

головним параметром яких є спричинений матеріальний збиток. Пропонують і інший економічний параметр, який визначає сумарний ризик як вірогідний економічний збиток (обчислюють у мільйонах гривень на гектар у рік).

Економічний збиток може бути прямим і непрямим, посереднім. Прямий екологічний збиток обчислюють через “ціну життя”, вартість утримання інвалідів і відновних робіт. У 1980-х роках середнє по світу на середнього мешканця – 120 тис. дол. США.

Непрямий економічний збиток визначений вартістю недоотриманої продукції зруйнованих підприємств, зниженням якості продукції суміжників, які змушені використовувати інші варіанти постачання і транспорту та ін.

Проте з екологічних позицій такі підходи недостатньо коректні. Вірогідно, треба визначати не “ціну життя”, а витрати на природоохоронні та інженерні заходи, які забезпечують збереження цих життів і достатньо комфортні умови проживання населення. Нині стійкої й уніфікованої схеми таких оцінок нема.

Соціальні критерії оцінки впливу геологічних процесів (страхування) передусім на людину також увійшли в практику. Страхування від небезпечних природних процесів ґрунтується на статистиці про людські жертви і методах розрахунку прямого і непрямого збитку. У нас зараз тільки розробляють інформаційну систему страхування від небезпечних природних процесів і соціальні критерії оцінки стану екосистем від впливу небезпечних геологічних процесів.

Усі наведені критерії, характеристики та оцінки класів стану еколого-геологічних умов літосфери за особливостями прояву геодинамічної ЕФГС через відсутність нормативних документів можна розглядати як рекомендаційні, які, однак, потребують доробки й уточнення. Проте біотичні критерії можуть слугувати сигналом початку негативних змін певних компонентів літосфери, які вимагають від людини негайної оцінки і прогнозу екологічних наслідків цих змін і прийняття управлінських рішень з регламентації господарського використання території або управління динамікою геологічних процесів.

Завдання

1. Стисло схарактеризуйте альпійський орогенез, з моменту якого звичайно розглядають геодинамічну екологічну функцію геологічного середовища.
2. Проаналізуйте карти геологічного змісту, надані викладачем, і виділіть території, які за особливостями геологічної будови (складом порід, розвитком зон розломів, наявністю сучасних вертикальних рухів) належать до потенційних зон інтенсивного розвитку екзогенних геологічних процесів. Це можуть бути ділянки широкого розвитку карбонатних або інших легкорозчинних порід, порушені розломною тектонікою, у межах яких можливі прояви водної ерозії, ділянки, на яких фіксують новітні вертикальні рухи, ділянки широкого розвитку пухких четвертинних відкладів тощо.
3. На підставі карт гідрогеологічного районування України та поширення основних екзогенних процесів на контурній карті України виділіть території, у межах яких спостерігається дія декількох геологічних процесів, і поясніть, чим це зумовлено.
4. Наведіть приклади геодинамічних впливів (у будь-якому регіоні Землі), які привели до глибоких і незворотних змін або руйнування ландшафту, до втрати його екологічних функцій на площі понад 50 %.
5. Проаналізуйте певну ділянку берегової зони України з урахуванням її геологічних особливостей і впливу на неї господарської діяльності.

ЛР 8. Геофізична екологічна складова геологічного середовища

Під геофізичною екологічною функцією геологічного середовища (ЕФГС) ми розуміємо функцію, яка відображає властивості геофізичних полів природного і техногенного

походження впливати на стан біосфери і здоров'я людини. Її можна трактувати як “здатність” ГС забезпечувати і підтримувати на поверхні планети і в приповерхневій її частині енергетичні умови, придатні для існування живих організмів.

Геофізичні ЕФГС як продукт еволюції Землі займає свою екологічну нішу. Перший етап її становлення охоплює весь період розвитку Землі до початку техногенезу, це час формування більшої частини аномалій геофізичних полів, у тім числі геопатогенних. Динаміка і масштаби цього процесу тісно пов'язані є етапами еволюції Землі і визначались лише природними чинниками. На другому, природно-техногенному етапі розвитку ця функція отримала чітку техногенну зумовленість і часто є провідною в разі оцінки сучасного стану екосистем. На урбанізованих територіях, у промислових і гірничодобувних районах саме вона інколи визначає комфортність існування, а часто і медико-санітарні умови життя людини. По суті таку якість ця функція одержала лише в епоху техногенезу, коли стали формуватись техногенні фізичні аномалії. За площею поширення і глибиною впливу на біоту, у т.ч. людину, вони значно більш небезпечні від багатьох природних аномалій, хоча все це дуже слабко вивчено.

Систематика геофізичної ЕФГС: I. Природні геофізичні поля: гравітаційне; магнітне; температурне; радіаційне; електричне. II. Техногенні геофізичні поля: температурне; радіаційне; електричне; вібраційне; акустичне.

Енергетичний вплив довкілля на живі організми реалізується через геофізичні поля різної природи – природні (космічного й земного походження) і техногенні. Будь-яке відхилення від “звичних” оточуючих умов може нести небезпеку виникнення негативних для біоти наслідків або безпосередньо під час впливу, який змінює умови, або через значні проміжки часу (віддалені наслідки). Реакцією у відповідь живих організмів на вплив є адаптація (повна або часткова, короткострокова чи стійка) або патологічні зміни в них, які є свого роду “оплатою” за життя в неадекватних за своїми параметрами умовах, у тім числі й енергетичних, які відрізняються від нормальних для даної форми життя.

Отже, *об'єктом* вивчення в даному випадку є природні і техногенні геофізичні поля, їхні аномальні прояви аж до формування так званих геопатогенних зон, а *предметом* вивчення – взаємодія полів з біотою і вплив, який вони здійснюють на стан біоти загалом і, зокрема, на здоров'я людей.

Геофізичні поля – це природні фізичні поля космічного і земного (іоносферного, атмосферного, гідросферного, літосферного, глибинного) походження, а також техногенні поля, які діють у межах ГС, перетворені й розподілені ним. Особливо слід підкреслити прямий генетичний зв'язок таких геофізичних полів саме з літосферою або з глибинними “сферами” земної кулі і лише опосередкований через літосферу зв'язок з процесами, які відбуваються у ближньому й дальньому Космосі.

Які геофізичні поля виділяють? Це гравітаційне (поле сили тяжіння), магнітне, електричного струму (постійного, змінного і такого, що повільно змінюється), температурне, сейсмічне (поле пружних механічних коливань), радіаційне (поле йонізувального випромінювання). До найважливіших з екологічних позицій слід зачислити гравітаційне, температурне, геомагнітне, електричне і радіаційне поля.

Згадаємо про те, що життя на Землі з'явилося і розвивалося за умов переважного впливу гравітаційного, геомагнітного і температурного полів. Уважають, що кожний геологічний відрізок часу біосфера існувала за відносно стабільного гравітаційного поля. Геомагнітне поле радикально змінювалось. Палеомагнітні дослідження свідчать про дрейф геомагнітних полюсів і про зміну магнітної полярності (про інверсії геомагнітного поля) з часовим інтервалом від 0,5 до 10 млн років. Однак суттєві з планетарних позицій зміни геомагнітного поля якщо і відбувалися, то проходили, імовірно, без катастрофічних наслідків для біосфери за винятком епох зміни полярності геомагнітного поля.

На еволюційні процеси в біосфері суттєво впливали зміни температурного режиму поверхні планети. Дані палеогеографічних досліджень свідчать про те, що в геологічній історії Землі періодично відбувались глобальні зміни клімату. Різке загальне похолодання і наступ льодовиків можна трактувати як серйозні випробування для біосфери, які межують з катастрофою.

Загальна гравітаційна, магнітна і температурна “підготовка” біосфери в процесі її еволюції забезпечила можливість стійкого існування живих організмів аж до того історичного і геологічного відрізка часу, який ми переживаємо. Водночас неухильно зростаючий техногенний енергетичний вплив на абсолютно всі живі організми на планеті, зумовлений зростаючим рівнем електромагнітного забруднення середовища в дуже широкому частотному діапазоні й особливо в області радіо- і вищих частот, захопив біосферу “зненацька”, не залишивши їй часу для еволюційної адаптації. Роль техногенного електромагнітного впливу виявляється дуже суттєвою і заслуговує на особливу увагу ще й тому, що більшість процесів, які відбуваються в живих організмах і регулюють їхню діяльність, належать до класу електрохімічних і електрофізичних.

Природні й техногенні геофізичні поля, накладаючись одне на одного, створюють поблизу земної поверхні (по обидва боки від неї по вертикалі) деяку область існування надлишкового енергетичного потенціалу – енергосферу. В її межах відбувається енергообмін між об’єктами живої й неживої природи, між Землею і космічним простором. Багато геологічних і біологічних процесів підживлюються енергією з цього шару. Нині відбувається інтенсивне “накачування” енергосфери з боку людства, яке володіє найновішими технологіями. Тому нема нічого дивного в тому, що багато геологічних, біологічних процесів і змін екологічної обстановки виявляються, з одного боку, важко передбачуваними, а з іншого – часто негативними з погляду збереження стійкості екосистем, самих умов існування життя.

З геофізичною ЕФГС пов’язані три взаємопов’язані, однак достатньо самостійні проблеми: 1) екологічний вплив геофізичних полів на природні і природно-техногенні екосистеми; 2) техногенне фізичне забруднення ГС; 3) геопатогенез.

Наприклад, щораз більшу увагу привертає прояв тих чинників зміни *сили тяжіння* на поверхні Землі, які зумовлені інженерною діяльністю людини – вилученням з надр Землі значної кількості викопної сировини, штучним зниженням чи підвищенням рівня підземних вод, створенням великих водосховищ, будівництвом великих міських агломерацій. Сила тяжіння, яка в цьому разі змінюється, може певним чином позначитись на перебігу багатьох екологічно значимих процесів, наприклад, на сеймотектонічних посувах, обвальних явищах, зсуво- і карстопроявах, процесах, пов’язаних з просіданням земної поверхні, переробкою берегів великих водосховищ. Цілком правомірно говорити про опосередкований через геологічні процеси вплив гравітаційних аномалій техногенного походження на біоту.

Для верхів земної кори щораз важливіше значення мають техногенні джерела *теплової енергії*. Потужність таких джерел на декілька порядків менша від потужності планетарних джерел і потужності сонячного випромінювання. Проте займаючи близько 5–10 % території суходолу, вони, зазвичай, зосереджені в обмеженому об’ємі літосферного простору – у субстраті промислово-міських агломерацій та інших інтенсивно використовуваних територій. Тому генерований ними тепловий потік може виявитися сумірним з тепловим потоком, зумовленим наявністю потужніших планетарних джерел тепла. Більше того, у межах великих міст і промислово-міських агломерацій сумарний потік з надр становить усього 28 % від загального теплового потоку, який досягає земної поверхні, тоді як близько 72 % його припадає на частку техногенезу, що виявляє суттєвий тепловий вплив на оточуючий літосферний простір і пов’язану з ним біосферу.

Техногенні геофізичні поля, зазвичай, зумовлені відходами промислового виробництва, побічним продуктом сучасних технологій. Літосфера щодо полів такого виду є середовищем-носієм і передавальником енергії від джерела поля до об’єкта впливу. Якщо

об'єктом впливу є живі організми, то техногенні геофізичні поля стають екологічним чинником, потрапляють у поле зору екологічної геофізики і стають предметом аналізу під час вивчення геофізичної ЕФГС.

Механізм реалізації техногенного впливу і передачі його від джерела до об'єкта впливу через антропогенні геофізичні поля простежується у трьох видах взаємодії, які представляють собою три етапи “переміщення” енергії на шляху від джерела до об'єкта, на кожному з яких ГС відіграє певну роль:

1. Перший з них – це передача енергії від діючого джерела до ГС. На цьому етапі ГС виступає як об'єкт впливу і сприймає енергію, яка надходить від джерела.

2. Другий вид взаємодії припускає взаємодію окремих компонентів середовища між собою. Саме на цьому етапі виявляються властивості ГС, зокрема, літосфери, бути носієм, акумулятором або транслятором енергії, що надійшла. У цьому разі середовище зазнає певних, іноді суттєвих змін і одночасно накопичує потенціал вторинного впливу, тобто готується бути вже само джерелом впливу на об'єкти, генетично або технологічно пов'язані з ним.

3. Третій вид взаємодії – це передача надлишкової енергії від зміненого середовища, яке тепер відіграє роль джерела, до об'єктів техносфери чи біосфери. На цьому етапі накопичені в середовищі кількісні енергетичні зміни переходять в якісні зміни об'єктів, які зазнають вторинного впливу з боку середовища.

Природа техногенних геофізичних полів припускає, що найвищі їх рівні створюються в межах промислово освоєних територій і територій великих міських агломерацій. Потенціал техногенного впливу на міське середовище й міські природно-технічні екосистеми формується з моменту виникнення міського поселення та існує протягом всього історичного шляху його розвитку. З укрупненням міст, розвитком і ускладненням їхньої інфраструктури цей потенціал неминуче зростає. Міські жителі й жителі промислових центрів стають в'язнями складного лабіринту геофізичних полів, які відчутно впливають на всі компоненти міського середовища і на них самих. Ця обставина робить техногенний вплив, опосередкований через штучні геофізичні поля, значимим екологічним чинником.

Техногенні геофізичні поля, як і їхні природні аналоги, тісно пов'язані з геологічною будовою верхів земної кори до глибини проникнення впливу людини. Мова йде у більшості випадків про шар потужністю 50–300 м, у межах якого зміни, які вносяться техногенними геофізичними полями в енергетику геологічного простору, можуть виявитись найпомітнішими. Порівняння характеристик техногенних геофізичних полів з відповідними параметрами їх природних аналогів свідчить, що, зазвичай, вони за рівнем у декілька разів, а іноді й на декілька порядків переважають фонові (природні) рівні

Природні геофізичні поля і поля техногенні досить тісно взаємодіють у верхній частині земної кори. Багато з них взаємодіють з космічними полями, зокрема, з полями йоносферного походження. Виділяють три типи взаємодії полів.

Перший тип взаємодій зумовлений перетіканням енергії між глибинами Землі та йоносферою по зонах глибинних розломів або ж високоградієнтними системами на контактах геологічних тіл з різними фізичними властивостями.

Багаторічне вивчення зон глибинних розломів засвідчило, що деякі з них виявляються генераторами потоків іонізованих частинок і низькочастотного електромагнітного опромінення. Такі розломи формуються за високих значень температури і тиску. Під час поступового остигання речовини в таких зонах відбувається її диференціація, і породи одержують тонкосмугасту структуру. Тонкопровідні прошарки, складені однією групою мінералів, що містять Fe, Ti, Mn, Mg, чергуються з шарами діелектриків, утворених мінералами групи Si, Al, K і Na. У надрах земної кори виникають велетенські за розмірами флюїдизовані конденсатори завширшки до 10–15 км і протяжністю до декількох сотень кілометрів. Над такими активними геологічними структурами фіксують проникаючі високо в атмосферу

потоки йонізованих частинок, електромагнітні низькочастотні випромінювання, а також газові еманції та інфрахвилі. Потужність таких лінійних полів буває настільки велика, що в порівняно спокійному атмосферному режимі вони екранують проходження купчастих хвиль, а над ними відбувається розмивання покриву суцільних хмарних мас, яке добре видно на космічних знімках.

Взаємодія геофізичних та йоносферних полів зумовлює формування над зонами глибинних розломів утворень, що світяться. Наприклад, над територією Азії 21–23 листопада 1981 р. мережа метеостанцій, геофізичних та астрономічних пунктів зафіксувала світіння неба, схоже за полярне сяйво. Виявилось, що такі сяйва розміщувались головно над великими розломами. І вони ж збіглися за часом з дуже сильними збуреннями магнітного поля. Такі явища назвали терро-космічними.

Другий тип взаємодій зумовлений характером і ступенем взаємодії геомагнітного поля Землі з каналними природними або техногенними полями. Вони викликають збурення геомагнітного поля і суттєво позначаються на стані біоти, зокрема, людини.

Третій тип взаємодій – це взаємодія електромагнітного, магнітного та інших природних полів з техногенними полями. Це приводить до виникнення нового електромагнітного поля з абсолютно новими якостями, яких не було у “первинних” полів. Особливу небезпеку з цього погляду становить близькість техногенних джерел електромагнітного випромінювання і зон глибинних розломів, які підживлюються електричною енергією в межах міст. Взаємодія полів цих двох джерел може спричинити виникнення самостійних просторово-часових структур, які генерують власні поля зовсім з іншими частотними характеристиками.

Геофізичні неоднорідності ГС і проблеми геопатогенезу. Геопатогенез (або природний патогенез) – це виникнення стійких патологічних змін у живих організмах, зумовлене особливими геологічними, геофізичними, геохімічними та іншими природними умовами. Ця проблема нині дуже дискусійна. Погляди протилежні – від безумовного прийняття до майже повного заперечення. Необхідність наукового вивчення проблеми геопатогенезу виникла у зв’язку з великою кількістю публікацій про “успіхи” біолокації (сучасна назва відомого з давніх часів ходіння з лозою – метод розшуків води і руд за допомогою лози або вербового прутика).

З середини ХХ ст. почали вивчати цю проблему. В Австрії в 1984 р. вийшло 9-те видання книги К. Бахлера “Досвід лозохідця”, в Англії у 1989 р. – під назвою “Земна радіація”. У цій монографії зроблено висновок про те, що онкологічні, деякі психічні та хронічні захворювання зумовлені ослабленням захисних сил організму через тривале перебування людей в особливих (геопатогенних) зонах. Проте фізичний механізм впливу на живі організми аномальних зон Землі багато в чому нерозгаданий дотепер, хоча нестачі у припущеннях і різного роду гіпотезах нема.

Ось один із прикладів впливу тектонічних особливостей будови літосфери і пов’язаних з нею аномалій геофізичних полів: Було зроблено спробу виявити зв’язок підвищеної захворюваності дітей в одному з районів Ялти з тектонічними розломами певної орієнтації. Вчені зробили висновок, що за дитячу патологію відповідає зростання сили тяжіння над розривними порушеннями і високонапруженими масивами гірських порід, а також вплив таких радіонуклідів, як радон і торон. І таких прикладів по всій земній кулі дуже багато.

Отже, сьогодні проблема геопатогенезу з позицій сучасної геофізики містить набагато більше питань, ніж відповідей.

Змістовні задачі екологічної геології щодо дослідження геофізичної ЕФГС:

- 1) вивчення природних і техногенних геофізичних полів для оцінки їхнього впливу на біоту і виділення патогенних аномалій;
- 2) оцінювання екологічних наслідків впливу аномалій геофізичних полів літосфери на біоту й людину;

- 3) оцінювання рівня біологічного дискомфорту територій, зумовленого патогенним впливом геофізичних і фізичних полів;
- 4) цільове районування територій за рівнем геофізично зумовленого дискомфорту проживання населення;
- 5) еколого-геологічне обґрунтування управлінських рішень щодо зниження біологічного дискомфорту від впливу геофізичних полів на територіях міських агломерацій.

Завдання

1. Схарактеризуйте гравітаційне поле Землі.
2. Проаналізуйте, як особливості геологічної будови території можуть позначитись на поведінці електричної складової електромагнітного поля (як більш чутливої до гетерогенної будови літосфери).
3. З погляду екологічної геології проаналізуйте карту сейсмічного районування України.
4. Схарактеризуйте проблему взаємодії природних геофізичних, техногенних та йоносферних полів.
5. Проаналізуйте зафіксовані у світі випадки впливу геопатогенних зон на живі організми.