УДК 504.05

Н. Г. Люта, *канд. геол.-мінерал. наук, учений секретар (УкрДГРІ)*

ПРОСТОРОВА ОДНОРІДНІСТЬ І ВИТРИМАНІСТЬ КОМПОНЕНТІВ ЛАНДШАФТІВ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНА УМОВА ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ

На сьогодні в процесі еколого-геологічних досліджень часто недостатня увага приділяється визначенню просторової однорідності і витриманості компонентів ландшафтів або геологічного середовища. Водночас від цих характеристик залежить не лише їхня реакція на техногенний вплив, а й екологічний стан суміжних компонентів середовища.

Ключові слова: *однорідність, витриманість, моніторинг, компоненти геологічного середовища.*

Територія України характеризується значною неоднорідністю рельєфу, кліматичних умов і зумовлених ними ґрунтовим шаром, видовим складом рослинних і тваринних спільнот тощо. Усі ці умови визначають не лише ландшафтне різноманіття території, а й умови міграції та накопичення хімічних елементів.

У зв'язку з цим питання визначення ***однорідності*** компонентів геологічного середовища (або ландшафтів), їхньої ***просторової витриманості*** або ***дискретності*** є важливою задачею у процесі виконання еколого-геологічних робіт на моніторингу довкілля.

Передусім воно стосується суто практичної задачі розміщення спостережних пунктів і подальшої обґрунтованості екстраполяції отриманих даних на суміжні території. Оптимальне просторове розміщення спостережних пунктів повинне гарантувати отримання повної і достовірної інформації щодо екологічного стану геологічного середовища, а також спрямованості і темпів його змін.

Варто згадати, що в європейських програмах з моніторингу компонентів довкілля [4] є чотири основні варіанти вибору розміщення спостережних ділянок, а саме: правильна мережа; розміщення на основі статистичного підходу; розміщення на основі підходу, зорієнтованого на гіпотезу, а також типологічний підхід.

За умови, коли ділянки обирають, використовуючи рівномірну мережу, забезпечення репрезентативності даних вимагає великої кількості таких спостережних ділянок. Інтервал між точками мережі значною мірою залежить від розміру досліджуваної площі і бажаної точності визначення досліджуваних змін тих чи інших властивостей. Такий методичний підхід практикувався в колишньому СРСР, але згодом став для умов України мало актуальним, особливо зважаючи на вкрай обмежені обсяги фінансування екологічних моніторингових програм.

У разі застосування статистичного підходу ділянки обирають з використанням схем, отриманих геостатистично, розроблених для зменшення кількості ділянок. Умовою застосування такого методу є значний обсяг попередніх досліджень. Основною метою геостатистичного дослідження є отримання надійної варіограми для досліджуваної властивості компонентів довкілля. Як правило, різні властивості компонентів довкілля по-різному змінюються в просторі, тому кількість ділянок, призначених для вивчення цих властивостей, може бути такою ж великою, як у попередньому випадку.

 © Н. Г. Люта, 2013

Якщо застосовується підхід, зорієнтований на гіпотезу, вимоги до моніторингу планують з урахуванням їх здатності виявити і кількісно визначити той вплив, який, як передбачається, є результатом певної діяльності людини. У цьому випадку вимоги щодо чутливості спостережень, просторове розміщення ділянок, періодичність спостережень обираються з урахуванням необхідності виявлення ймовірного впливу.

Типологічний підхід базується на комплексному врахуванні визначальних природних і техногенних умов і чинників, що визначають властивості компонентів середовища і мають на них найвідчутніший вплив. У більшості сучасних зарубіжних моніторингових програм реалізовано саме цей підхід.

Такий підхід є нині найбільш прийнятним і для наших умов, коли за наявності мінімальної кількості спостережних пунктів ми могли б отримати результати, які можна було б надійно екстраполювати на значні території. Однак варто додати, що досить високий рівень геологічної та еколого-геологічної вивченості значної частини території України, велика кількість фактичних даних і численні методичні розробки дають змогу обґрунтовувати розміщення спостережних пунктів на основі комплексного застосування як (в основному) типологічного, так і статистичного підходу, а також підходу, зорієнтованого на гіпотезу, що в результаті повинно підвищувати якість результатів моніторингових досліджень і забезпечувати максимальне врахування просторової неоднорідності ландшафтів і довкілля загалом. Прикладом такого комплексного підходу до обґрунтування мережі спостережних пунктів є обґрунтування вибору полігонів моніторингу геохімічного стану ландшафтів (як складової частини загальнодержавного моніторингу довкілля) (рис. 1).

Для вибору полігонів узагальнено й проаналізовано дані, що характеризують геохімічний стан усіх компонентів ландшафтів, природні і техногенні чинники, здатні впливати на їхній стан, а також показники еколого-геохімічної вивченості територій.

Головною вимогою до майбутніх полігонів було те, що їхнє просторове розміщення повинно пропорційно характеризувати все розмаїття природно-техногенних умов – як типові природні геохімічні ландшафти, так і особливості природокористування (функціонального призначення), забезпечувати інформацією щодо територій з різним геохімічним станом ландшафтів – від фонового до найбільш неблагополучного.

Реалізація поставленої задачі досягалася завдяки наявності баз даних еколого-геохімічної інформації і сучасних ГІС-технологій. Методом накладання інформаційних шарів (оверлею) були визначені найтиповіші поєднання природних і техногенних умов. При цьому враховувалися: функціональне використання територій, наявність і характеристики техногенних об'єктів, від яких забруднювальні речовини надходять у ландшафти (геологічне середовище); різновиди (підтипи) ґрунтів; потужність і літологічний склад порід зони аерації; найпоширеніші перші від поверхні водоносні горизонти з урахуванням хімічного складу води.

Для отримання вичерпної характеристики геохімічного стану ландшафтів, темпів і спрямованості його змін було запропоновано спорудження полігонів трьох типів, залежно від місця їхнього розміщення, а саме: фонових полігонів, що характеризують території з мінімальним техногенним навантаженням; полігонів, що характеризують найтиповіші природно-техногенні умови; і полігонів, що характеризують території з критичним геохімічним станом ландшафтів.

З методичного погляду найпростіше планувати розміщення полігонів на ділянках екстремального забруднення. Для інших двох типів відносно невеликий за площею спостережний полігон повинен характеризувати територію, яка набагато перевищує його власні розміри, тобто його розміщення вимагає ретельного

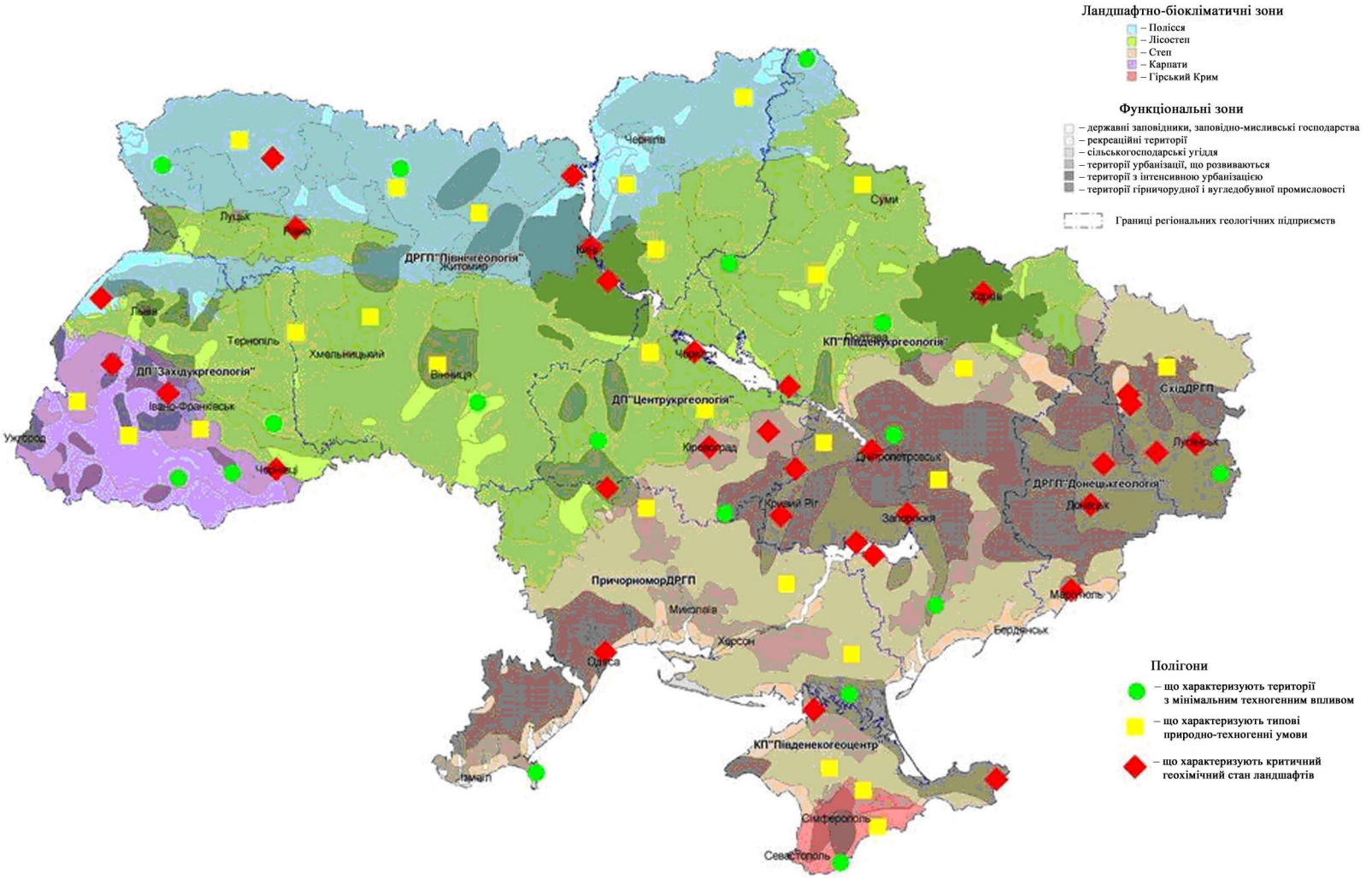

Рис. 1. Схема розміщення полігонів для спостережень за геохімічним станом ландшафтів

врахування природно-техногенних умов ландшафтів і чинників змін їхнього геохімічного стану. Це потрібно для того, щоб отримані на полігонах представницькі результати дослідники могли обґрунтовано екстраполювати на подібні за комплексом природно-техногенних ландшафтно-геохімічних умов значні за площею території.

Зрозуміло, що чим більша однорідність середовища, тим менше спостережних пунктів треба обладнати для отримання надійної інформації щодо екологічного стану компонентів середовища.

Яскравим прикладом необхідності врахування однорідності середовища в процесі еколого-геологічних робіт є хімічний склад ґрунтів. Абсолютно очевидно, що велика кількість ґрунтових різновидів на території України відрізняються за механічним і літологічним складом, умістом гумусу тощо і, як наслідок, суттєво різняться за природним (фоновим) умістом хімічних елементів, зокрема важких металів. У зв'язку з цим навіть у порівняно незначних за площею населених пунктах фактичний уміст важких металів у різних типах ґрунтів може суттєво різнитися, причому лише через природні чинники.

Зокрема, такі показові результати свого часу були отримані в процесі проведення еколого-геохімічних досліджень на території м. Чернігова, де показники вмісту свинцю, цинку в міді у високогумусних ґрунтах заплави Десни в парковій зоні удвічі й утричі перевищили аналогічні показники в легких супіщаних ґрунтах промислового району міста (М. М. Лисяний, 1990). Адже природний фоновий уміст більшості забруднень у високогумусних різновидах значно перевищує фоновий уміст у піщаних і супіщаних різновидах ґрунтів. Тому порівняння отриманих результатів без урахування природної строкатості ґрунтів, їхніх геохімічних характеристик неминуче зумовить хибні оцінки екологічного стану цих компонентів геологічного середовища. Таким чином, надійно екстраполювати отримані в спостережних пунктах характеристики можна лише за умови врахування неоднорідності середовища, в цьому випадку, ґрунтового покриву.

Варто зауважити, що характеристики ґрунту впливають не лише на схильність до накопичення тих чи інших забруднень і здатності їх утримувати, а й відповідно на буферні властивості ґрунту як захисного шару для убезпечення першого від поверхні водоносного горизонту від забруднення з поверхні. Таким чином, однорідність одного компонента геологічного середовища – ґрунтів зумовлює умови захищеності суміжних компонентів, причому не лише ґрунтових вод, а й приземної атмосфери і рослинного покриву. Міграція забруднень у вертикальному перерізі в межах розвитку піщанистих різновидів відбувається значно швидше, ніж там, де ґрунтовий покрив представлений глинистими різновидами зі значним умістом гумусу. Такі різновиди ґрунтів здатні міцно утримувати більшість забруднень, убезпечуючи тим самим суміжні компоненти довкілля.

Не менш важливою характеристикою компонентів довкілля є їхня ***площинна витриманість***. Її показниками в узагальненому вигляді є суцільність, дискретність (переривчастість) і відсутність того чи іншого компонента.

Відомо, що ґрунтовий покрив в Україні, незважаючи на свою значну неоднорідність, є майже суцільним і на суходолі відсутній лише в межах порівняно невеликих за площею скельних масивів гірських районів та Українського щита, де ця відсутність є насправді лише чинником, що обмежує розвиток рослинності.

Знищення рослинності, зокрема внаслідок техногенного втручання, сприяє розвитку вітрової ерозії і призводить до втрат родючості верхнього шару ґрунту і зменшення його потужності, а також до забруднення приземного шару атмосфери.

Зона аерації відсутня в місцях виходу ґрунтових вод на денну поверхню, тобто переважно в межах заболочених територій. Такі території є областями живлення

ґрунтових вод, але водночас тут ці води цілковито незахищені від потрапляння забруднень з денної поверхні.

Досвід засвідчує, що особливо важливо враховувати дискретність поширення першого від поверхні водоносного горизонту в процесі його вивчення. Так, вивчення забруднення ґрунтових вод у межах розміщення полігона твердих побутових відходів № 5 в районі с. Великі Дмитровичі [3] показало, що у воді свердловин, пробурених на водоносний горизонт четвертинних відкладів на прилеглих до полігона ділянках забруднення майже не фіксується, що пояснюється переважаючим вертикальним напрямком руху водного потоку. Це пояснюється здренованістю горизонту через значну розчленованість рельєфу і низьке положення базису ерозії, в результаті чого забруднені атмосферні опади швидко фільтруються і потрапляють у водоносний горизонт полтавсько-харківських відкладів.

Таким чином, у цьому випадку відсутність суцільного поширення горизонту ґрунтових вод визначає локалізацію його забруднення, але водночас зумовлює набагато серйознішу проблему – забруднення водоносних горизонтів, що залягають під ним і мають практичне значення для водопостачання населення.

Можна наводити й інші приклади, коли несуцільне поширення тих чи інших компонентів геологічного середовища зумовлювало їхню стійкість до зовнішнього впливу.

У зв'язку з цим треба згадати вивчення екологічних наслідків видобування вуглеводнів у межах Дніпровсько-Донецької западини. Відсутність витриманості поширення нафтогазових покладів зумовила значно менший за очікуваний негативний вплив їхньої експлуатації, який виявляється у формуванні депресійних лійок і суттєвих змінах природної гідрогеологічної інверсії в межах досліджуваних територій [2]. Варто також додати, що при цьому не було зафіксовано і будь-яких негативних проявів у суміжних компонентах геологічного середовища. Що стосується приповерхневої частини геологічного середовища, то тут, як правило, взаємозв'язок і взаємна залежність між компонентами довкілля проявляється активніше.

Таким чином, чим вище показник неоднорідності компонентів довкілля, тим більше даних і відповідно спостережних пунктів, необхідних для їхньої характеристики. Однак варто зауважити, що прояв неоднорідності досліджуваних компонентів ландшафтів зазвичай дуже багато, тому з їхнього розмаїття необхідно обирати і враховувати лише ті, які мають найістотніший вплив на екологічний стан і його зміни.

Прикладом можуть слугувати характеристики ґрунтів, що мають визначальне значення для міграції або накопичення токсикантів. За даними низки літературних джерел, зокрема таких, що містять узагальнення по ґрунтах усього світу [1], найсуттєвішими з таких чинників є вміст гумусу, глинистих часток, pH ґрунтових розчинів. Тому саме ці характеристики треба враховувати в процесі визначення неоднорідності певної території і подальших еколого-геохімічних досліджень ґрунтового покриву. Видається за доцільне використання комплексних (синтетичних показників), що мають певний синергічний вплив.

На рис. 2 наведено схему, побудовану на основі такого підходу. Вона характеризує неоднорідність території України за умовами міграції більшості важких металів у ґрунтах, визначену за комплексом показників – умістом глинистих часток, pH ґрунтових розчинів і вмістом гумусу (від яскраво-червоного – несприятливі умови міграції до сірого – найсприятливіші умови). Для кожної зі згаданих характеристик було обрано кілька градацій (2–3), після чого методом накладання інформаційних шарів у ГІС отримано цю схему. У межах Полісся ґрунти під час потрапляння до них забруднювальних речовин здатні до швидкого "самоочищення", що, у свою чергу, неминуче спричиняє забруднення суміжних компонентів ландшафтів, зокрема ґрунтових вод. Ґрунти

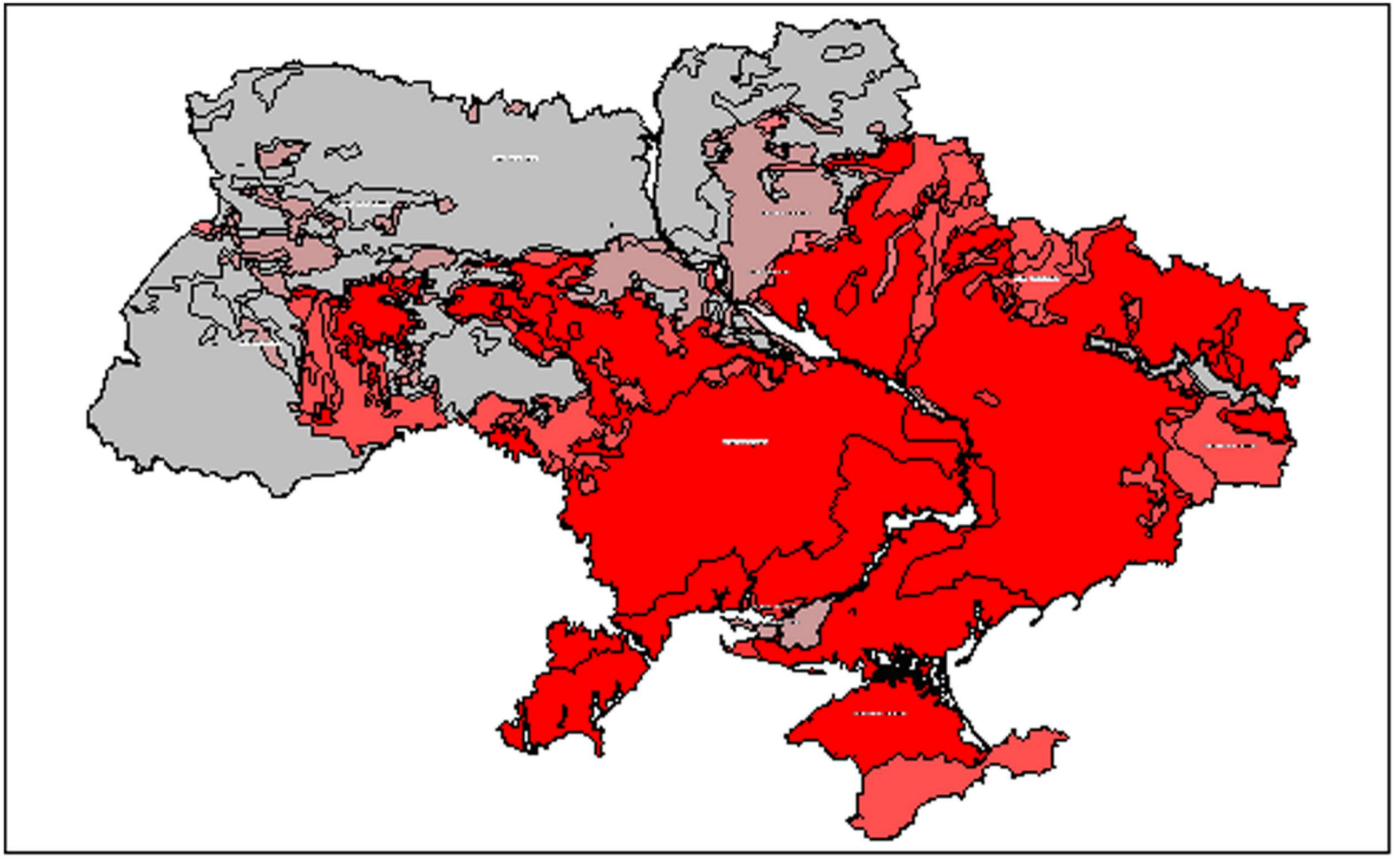

Рис. 2. Схема, що характеризує неоднорідність території України за умовами міграції більшості важких металів у ґрунтах

Степової зони завдяки їхнім властивостям міцно утримують забруднення і таким чином виконують роль захисного шару для суміжних компонентів ландшафтів і геологічного середовища загалом. Це зумовлює необхідність удосконалення граничнодопустимих концентрацій, що визначаються за транслокаційними показниками.

Таким чином, просторова неоднорідність значною мірою визначає властивості і реакцію того чи іншого компонента ландшафтів (геологічного середовища) на техногенне навантаження. У подальшому варто розробити характеристики просторової неоднорідності компонентів середовища та використовувати їх в процесі планування і проведення моніторингових програм.

Щодо площинної витриманості, то треба мати на увазі, що в разі переривчастого поширення компонентів ландшафтів або їхньої відсутності необхідно приділяти особливу увагу екологічному стану суміжних з ними компонентів, які можуть зазнавати негативного впливу через відсутність відповідних захисних буферних зон. Це зайвий раз засвідчує необхідність дотримання визначального в сучасній науці принципу системності в процесі вивчення таких складних природно-техногенних систем, як ландшафти або геологічне середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. ***Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.*** **Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989.**

2. ***Лютий Г. Г., Люта Н. Г.*** **Щодо міграційних процесів у глибоких горизонтах Дніпровсько-Донецької западини//Зб. наук. праць УкрДГРІ. 2007. № 2. С. 326–332.**

3. ***Нікіташ О. П., Люта Н. Г., Гавриленко Л. В.*** **Особливості формування хімічного складу підземних вод у межах впливу полігонів твердих побутових відходів//Зб. наук. праць УкрДГРІ. 2007. № 1. С. 87–91.**

4. Якість ґрунту. Настанови щодо складання та виконання моніторингових програм. Національний стандарт України ДСТУ ISO 16133:2005. К.: Держспоживстандарт України, 2007.

Рукопис отримано 06.06.2013.

В настоящее время часто недостаточное внимание в процессе эколого-геологических исследований уделяется определению пространственной однородности и выдержанности компонентов ландшафтов или геологической среды. В то же время от этих характеристик зависят не только их свойства и реакции на техногенное воздействие, но и экологическое состояние смежных компонентов геологической среды.

Ключевые слова: *однородность, выдержанность, мониторинг, компоненты геологической среды.*

Now often insufficient attention during carrying out environmental research is paid to determination of spatial uniformity and consistency of landscapes or the geological environment components. At the same time on these characteristics depend not only their properties and reaction to technogenic influence, but also an ecological condition of adjacent components of the geological environment.

Keywords: *uniformity, consistency, monitoring, components of the geological environment.*