

УДК (528.88.04+551.4):(551.2:556.3)](477.41)

О.Т. Азімов, канд. геол.-мінерал. наук,
В.М. Бублясь, канд. геол.-мінералог. наук

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗОНАХ АНОМАЛЬНОГО МАСОПЕРЕНОСУ

За даними дистанційних аерокосмічних, геолого-геоморфологічних і геофізичних методів наведено результати дослідження геодинамічних процесів у межах западинних морфоскульптур (на прикладі території Чорнобильської Зони відчуження – ЧЗВ). Дані морфоскульптури класифіковано за морфологічними типами. Простежено чіткий просторово-кореляційний зв'язок між виявленими ландшафтними та еманційними аномаліями, неоднорідностями фізичних полів.

The results of investigation of the geodynamic process for the depression morphosculptures by remote aerospace, geological, geomorphologic and geophysical methods have adduced. The Chornobyl Exclusion Zone territory has considered as an example. The morphosculptures were classified by the morphological types. The clear space and correlative connections between the unmasked landscape and emanation anomalies and the heterogeneities of geophysical fields have retraced.

Вступ. Після аварії на Чорнобильській АЕС особливо важливим є визначення ролі геологічного середовища в перерозподілі радіонуклідів. І в першу чергу це стосується зони аерації, де формуються основні потоки масообміну між поверхнею і підземними водами.

Дані останніх років вивчення факторів, що впливають на динаміку вологи, і вторинний перерозподіл радіонуклідів у зоні аерації різних ландшафтів свідчать про дуже складну структуру масообміну (рідкої і твердої фаз ґрунтів). Переміщення вологи у покривній товщі навіть одного типу порід здійснюється нерівномірно, а вибірково, по певних каналах. Ці канали пов'язані з граничними зонами структурних елементів певних товщ (шарів, горизонтів, літологічних комплексів).

Система літодинамічних і ландшафтних структурних елементів, які відрізняються від фонових ділянок за генезисом, морфологією, інженерно-геологічними і водно-фізичними властивостями, складає певну мережу зон, які мають аномально високі міграційні властивості. Проекційна площа цих зон, за попередніми розрахунками, досягає 9–11 %, а їх водозбірна площа нерідко перевищує 60 % від загальної площі території ЧЗВ. Дані дослідження дають підставу стверджувати, що основна маса енергомасообміну в ландшафтних комплексах рівнинних територій проходить через аномальні зони. На сьогодні відомо шість основних їх генетичних типів: тектонічні, термодинамічні, седиментаційні, суфозійні, дефляційні й полігенетичні. За морфометричними показниками їх можна розділити на макро-, мезо- і мікро- і нанорівні, а за домінуючим генетичним фактором вони бувають ендегенного, ендегенно-екзогенного і екзогенного походження. Детальніша генетична типізація аномальних зон на види і різновиди потребує більш глибокого їх вивчення.

Підвищеними міграційними властивостями володіють ландшафти замкнених понижених морфоскульптур з великими водозбірними площами і, особливо, із прогресуючим розвитком (збільшенням пониженої форми), в яких порушений баланс рухливої твердої фази (винесення дрібнодисперсних часток через аномальні зони переважає над привнесенням їх із водозбірної площі). У рельєфі вони часто виражені у вигляді безстічних і слабко стічних морфоскульптур (западин). До них належать степові блюдця, поди, котли видування, прохідні замкнуті долини, тектонічні замкнуті депресії, стариці, пониження льодовикового походження, міжпасмові котли, карстові, термокарстові, суфозійні й просадні пониження, слабко стічні балки, зони різкого переходу двох типів ландшафтів – тилові шви різних геоморфологічних форм тощо (рис. 1). Спроби виконати комплексні дослідження, як явно виражених у ландшафті, так і частково похованих (деградованих чи слабкорозвинених) зон швидкої міграції рідкої фази в покривних відкладах

регіону показали низку ще не вирішених наукових питань. У першу чергу це стосується області латеральної мікרו-структури геологічного середовища, її типологічних різновидів, факторів умов і факторів процесів, які впливають на аномальний масообмін у геодинамічних зонах.

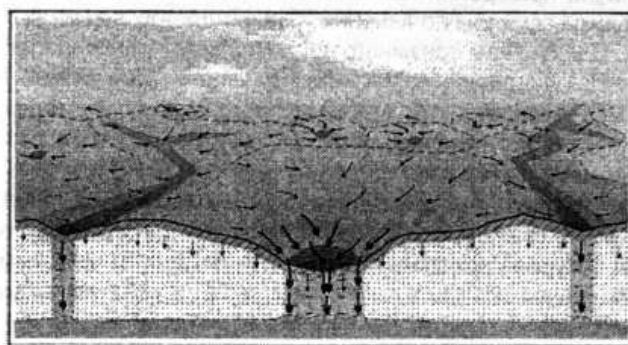


Рис. 1. Схема живлення ґрунтових вод і перерозподілу радіонуклідів через аномальні зони

Матеріали, методи та район досліджень. Вивчення морфометричних особливостей і регіональний аналіз западинних морфоскульптур виконувалися за даними топографічних карт, за матеріалами аерофотозйомки (МАФЗ), наземних маршрутних обстежень, схем нівелювання і вивчення розрізів на полігонах, які представляють основні типи ландшафтів ЧЗВ. Вагомий фактичний матеріал був отриманий у результаті дослідження аномальних зон на полігонах ЧЗВ: "Бенівка", "Буряківка", "Нові Шепеличі", "Старі Шепеличі", а також майданчик "Вектор". Вони розташовані на правобережжі р. Прип'ять у ближній зоні ЧАЕС. На даній території складно дислокований кристалічний докембрійський фундамент залягає на глибинах близько 300–450 м. Він перекритий мезо-кайнозойським осадовим чохлам.

За даними морфометричного обстеження виконувалися картографічні плани і профілі в масштабі 1:100 для оцінки особливостей будови окремих елементів морфоскульптур, у масштабі 1:1000 – для оцінки їх рельєфу, і в масштабі 1:10 000 – для з'ясування парагенетичного зв'язку з певними компонентами вміщуючих ландшафтів.

За даними матеріалів контактного друку інтегральної аерофотозйомки масштабів 1:14 000 і 1:40 000, виготовлених на їх основі фотосхем масштабу 1:25 000 (зйомка травня 1986, квітня і травня 1990, травня 1991), а також топографічних карт масштабу 1:10 000 проводилося [3; 5; 6; 7; 9] детальне геоморфологічне, геоіндикаційне і структурне дешифрування особливостей сучасного ландшафту полігонів та навколишніх ділянок розміром 1,0×1,0 км. У подальшому до основних результатів структурного дешифрування застосовувався лінеamentний аналіз.

З метою з'ясування структури гірських порід глибоко залягаючих горизонтів, геодинамічних процесів, виявлення ймовірних шляхів руху підземних вод та їх зв'язку з поверхневими водами виконувався сумісний аналіз результатів ґрунтово-геоморфологічних і дистанційних досліджень з даними комплексу геофізичних робіт (геоелектричних, магнітометричних, сейсмоакустичних, георадарних, радон-торонових еманцій), більш повна характеристика яких наведена в [3; 4; 7; 10; 11].

Результати та обговорення. За морфометричними показниками (рис. 2) западинні форми були розділені на малі (10–50 м), середні (50–100 м) і великі (100–300 м) у поперечному розрізі по довгій осі. Крім даних типів западин у ЧЗВ зустрічаються і замкнуті долини, діаметр яких перевищує 1 км. Але ці ділянки мають дуже похилі схили (менше 1°) і невиражений поверхневий стік. За особливостями вологоперетоку і динаміки радіонуклідів їх можна прирівняти до фонових ділянок (певною мірою умовно, оскільки на сьогодні вони ще не досліджені). Малі й середні западини мають значне поширення на заплавах і заплавної тераси, а великі і замкнуті пониження – на зандрових рівнинах.

За ступенем ерозійного врізу (глибина днища від поверхні фону) виділено: неглибокі западини (завглибшки до 0,5 м), середньої глибини (0,5–1,5 м), глибокі (1,5–3,0 м) і дуже глибокі (глибше 3,0 м). Останні на території дослідження зустрічаються рідко.

За проекційною формою (формою ізоліній) виділено округлі, овальні, серпоподібні, лінійні й складні морфоскульптури. Серпоподібні та лінійні западини найбільше поширення мають на заплавах, округлі – на терасових рівнинах, овальні – на кінцево-моренному підвищенні, складні форми – на зандрових рівнинах. Дані об'єкти дешифруються й на МАФЗ, на яких вони відображаються своєрідними дистанційними образами (рис. 3; [3], рис. 2, В; [6], рис. 2, В; [7], рис. 1; [9], рис. Б).

За характером зволоження мають місце сухі, перезволожені (періодично), мокрі (більшу частину року) та обводнені западинні морфоскульптури. Їх розміщення за типами ландшафтів також має певну закономірність. Сухі западини приурочені в основному до піщаних гряд і частково до мореного підняття і східної зандрової рівнини. Вологі западини розвинені практично на всіх типах ландшафтів, але найбільше – на східній зандровій рівнині. Мокрі поширені переважно на першій надзаплавній терасі й західній терасовій рівнині. А обводнених западин найбільше на прохідній долині, низькій заплаві та західній зандровій рівнині. Багато їх і на ділянках тилового шва першої надзаплавної тераси.

Западинні морфоскульптури на території ЧЗВ мають чітку морфологічну і генетичну належність до основних типів ландшафтів. На заплавах розвинені серпоподібні западини, природа яких тісно пов'язана з місцезнаходженням давніх русел. На першій надзаплавній терасі переважають округлі неглибокі западини суфозійного і дефляційно-суфозійного походження. На зандрових рівнинах значне поширення мають складні (неправильної форми в плановій проекції) западинні морфоскульптури, в основному полігенетичного генезису. І на мореному піднятті (грядах) представлені округлі, овальні, часто глибокі морфоскульптури, природа яких тісно пов'язана з дніпровським заledenінням – формуванням і розвитком гряд кінцевої морени.

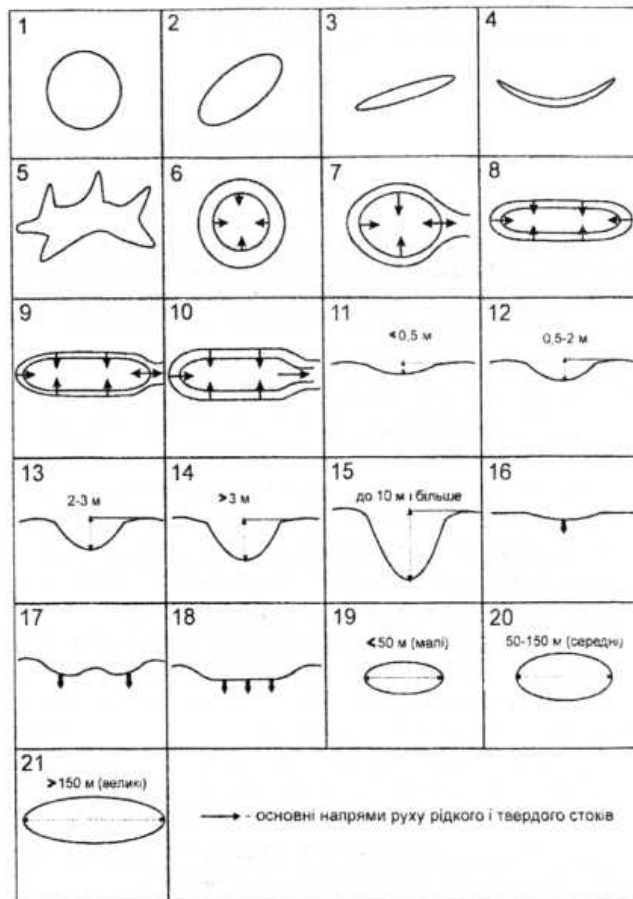


Рис. 2. Морфологічні типи западинних морфоскульптур з аномальним (горизонтальним і вертикальним) енерго-масообміном: 1 – округлі, 2 – овальні, 3 – лінійні, 4 – серпоподібні, 5 – комбіновані, 6 – закриті округлі, 7 – напівзакриті округлі та овальні, 8 – лінійні закриті, 9 – лінійні напівзакриті, 10 – лінійні відкриті, 11 – неглибокі з врізом менше 0,5 м, 12 – середні з врізом 0,5–2,0 м, 13 – глибокі з врізом 2,0–3,0 м, 14 – дуже глибокі з врізом більше 3 м, 15 – провальні котловини і суфозійні воронки з глибиною до 10 м і більше, 16 – з увігнутим днищем й однією системою аномальних зон, 17 – з випуклим днищем і двома системами аномальних зон, 18 – з рівним або хвилястим днищем і трьома (або більше) системами аномальних зон, 19 – малі форми з діаметром по довгій осі менше 50 м, 20 – середні форми з діаметром по довгій осі 50–150 м, 21 – великі форми з діаметром по довгій осі більше 150 м

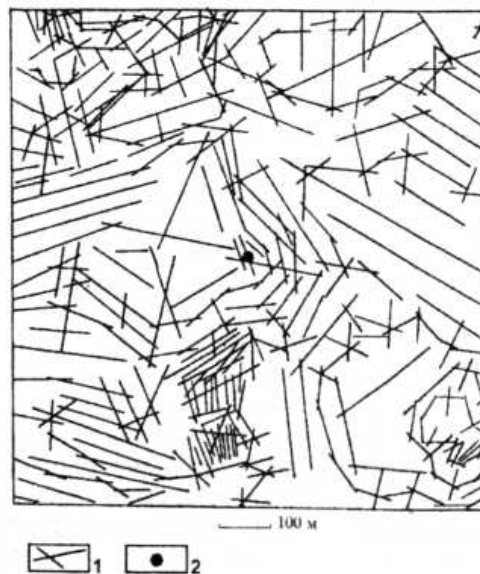


Рис. 3. Схема сучасної поверхневої тріщинуватості дослідної ділянки полігону "Буряківка": 1 – лінії сучасної поверхневої тріщинуватості, 2 – місцезнаходження полігону

Про ступінь розвитку та активність западинних морфоскульптур свідчать їх морфологічні елементи і плановий характер ізоліній (округлі, овальні, складні), характер бортів (круті, похилі, витягнуті), характер днищ (увігнуті, випуклі, плоскі й складні).

При аналізі порід (розрізів) морфогенетичні методи дали можливість з'ясувати ступінь зміни порід западинних форм щодо порід фонових ділянок. Виявлено характер таких процесів, як огієснення, лесиваж, формування новоутворень, окисно-відновних процесів (рис. 4).

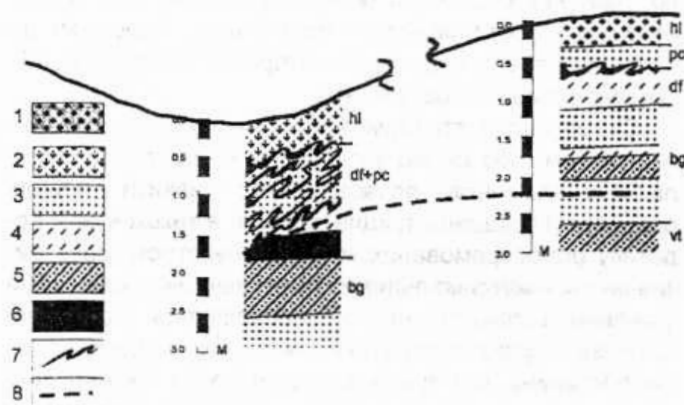


Рис. 4. Геологічний розріз аномальної та фонові зон полігону "Старошепеличі": 1 – ґрунт дерново-підзолистий, 2 – ґрунт лугово-дерново-підзолистий, 3 – пісок, 4 – супісок, 5 – супісок огієснений, 6 – суглинок, 7 – озалієнені та гумусовані прошарки, 8 – осереднений рівень ґрунтових вод

Характеризуючи генетичні горизонти (палеопедологічними методами), виконувалася реконструкція умов їх розвитку. Геохімічними методами з'ясовано характер руху легко і середньо рухомих оксидів (Fe, Al, Mg, Na, Ca), глинистих і колоїдних часток.

Використовуючи палеокріологічні методи, встановлено тип і характер палеокріогенного впливу на трансформацію порід. У місцях потужного впливу палеокріогенних псевдоморфоз спостерігаються як геохімічні бар'єри (різні новоутворення із вторинних мінералів), так і зони з промитими пісками, що свідчить про підвищений характер інфільтрації та масообміну в інтенсивно порушених палеокріогенезом породах.

Як показують дані багаторічних спостережень за рівнями ґрунтових вод (РГВ) в западинних морфоскульптурах, існує певна тенденція їх зміни – короточасний підйом РГВ спостерігається, як правило, у весняний період, після сніготанення (формується купол розтікання). Потім, у квітні-травні вони починають поступово знижуватись, а в червні-липні різко підвищуватися за рахунок зливових дощів. Із серпня місяця і до зимового періоду РГВ поступово знижуються (формується депресивна воронка). При великих запасах снігу і вологи в ґрунті в період сніготанення РГВ може бути максимальним і при неглибокому його заляганні може змикатися з поверхневими водами. Таке явище спостерігалось на полігоні "Ст. Шепеличі" в 1998 р. За цей рік максимальний купол розтікання становив 19 см, а максимальна депресивна воронка досягла майже 10 см.

За даними аналізу взаємодії зовнішніх і внутрішніх факторів розвитку западин визначено напрям їх розвитку, домінуючі процеси і ступінь активності аномальних зон в їх межах. Зовнішні ознаки відображають комплекс процесів, які проходять на межі активної взаємодії ат-

мосфери, ґрунтового і рослинного покриву, а внутрішні – взаємодію твердих, рідких, газових фаз порід під впливом різних енергетичних потоків. Крім того, визначався тип і спрямованість розвитку домінуючих процесів і ступінь активності окремих структурних елементів западинних морфоскульптур.

Западинні морфоскульптури як місцеві бази ерозії сприяють переміщенню поверхневих вод і радіонуклідів у центральні їхні частини. Ґрунтовий покрив у найбільш знижених ділянках має відносно важкий механічний склад, що сприяє нагромадженню радіонуклідів і періодичному їх скиданню через розуцільнені зони (палеокріогенні псевдоморфози) у ґрунтові води. А враховуючи, що на задрових терасових і заплавах рівнинах западинний мікрорельєф контролює переважну частину поверхневого стоку, то певною мірою можна стверджувати, що вертикальне переміщення радіонуклідів на даній території перевищує горизонтальне.

Детальний аналіз виявлених за МАФЗ характерних геоіндикаційних ознак у межах полігонів дозволив на принципах системного аналізу виділити [3; 5; 6; 7; 9] значно поширені дискретні лінії сучасної поверхневої тріщинуватості (структурні лінії), які в сукупності являють собою поле елементарних лінементів. Безпосередньо вивчаючи загальну структуру даного поля, різноорієнтовані, роз'єднані, на перший погляд, поверхневі тріщини нам вдалося згрупувати в лінементи та їх зони. В останніх сконцентровані вказані тріщини, які відображають внутрішню їх будову. У межах ділянок, які досліджуються, дані тріщини об'єднані нами в закономірно розташовані системи певних напрямів, головними з яких є діагональні з переважанням азимутів простягання від 300° до 325° (північно-західні) і 35–60° (північно-східні) та ортогональні, спрямовані за азимутами 0±5° і 270±5° (субмеридіональні й субширотні). Практично кожна з систем має перпендикулярну до неї систему, утворюючи з останньою динамопару. При цьому переважний розвиток має одна з них. У межах кожного окремо взятого полігону домінують структурні лінії, які мають той чи інший напрям (рис. 3).

Аналогічний висновок випливає також із візуального аналізу набору гістограм розподілу кількості віддешифрованих структурних ліній за напрямками, які отримані в результаті обробки поля елементарних лінементів на персональному комп'ютері за спеціалізованою програмою "Лінеаментний аналіз" [3; 6; 7]. Так на гістограмі (рис. 5) по осі ординат вказана кількість структурних ліній, які спостережені за тим чи іншим напрямом з інтервалом усереднення 9° у межах Старошепелицької ділянки. У нашому випадку вибірка кількості лінійних об'єктів є показовою, оскільки останні здебільшого мають приблизно однакові довжини незалежно від простягання або ж є порівнянними.

За [1], сучасна поверхнева тріщинуватість утворюється у процесі тектонічних рухів на новітньому і сучасному етапах розвитку земної кори, які ведуть до механічних переміщень як окремих шарів останньої, так і її денної поверхні. Особливості тріщинуватості (густота, розкритість тріщин), які фіксуються на МАФЗ, перш за все залежать від характеристик напруженого стану гірських порід. Так, щільність тріщин зростає на більш напружених елементах структур, тобто підвищена тріщинуватість приурочена до зон максимальних градієнтів амплітуд неотектонічних і сучасних рухів і ділянок найбільших перегинів шарів геологічного середовища.



Рис. 5. Гістограма розподілу структурних ліній ділянки "Старошепеличі" за азимутальними напрямками внаслідок обробки за комп'ютерною програмою "Лінеаментний аналіз"

Враховуючи вищенаведену думку, з якою ми цілком погоджуємося, порівняємо результати лінеаментного аналізу по Старошепелицькій площі з даними розломної тектоніки, які отримані іншими авторами. Зокрема, вони добре корелюються з результатами І.І.Чебаненка [2], який за різними геологічними методами визначив, що в Україні сумісно найбільш часто зустрічаються розломи з орієнтуванням за азимутами $310\text{--}315^\circ$, $40\text{--}45^\circ$, $15\text{--}20^\circ$, $340\text{--}345^\circ$, 360° і 90° . При цьому провідне значення належить чотирьом системам: двом діагональним (315° і 45°) і двом ортогональним (360° і 90°). Отже, у цілому мережа виділених за МАФЗ і топокартами сучасних поверхневих тріщин простежується вздовж осей розрядки напружено-деформованого стану гірських порід, таким чином індицируючи наявність локальних диз'юнктивних порушень або складових розривних структур різних морфогенетичних типів більш низького рангу, які розвинені в земній корі території досліджень і є межами основних блокових полів. У межах останніх відбувається локалізація полів геодинамічних напруг, які утворюють аномальні зони.

Звертає на себе увагу висока щільність структурних ліній у межах ділянок, які досліджуються. Це не вкладається в рамки існуючих нині уявлень про розвиток розривних порушень у земній корі. Тому більшість з них у сукупності інтерпретуються як лінійні зони підвищеної тріщинуватості та геодинамічного напруження без зміщень (або амплітуда таких зміщень дуже незначна), які активізовані на новітньому і сучасному етапах тектогенезу. Розривні порушення є наслідком того процесу, який вибірково розвивається по тій чи іншій лінійній зоні.

Особливо відмічаються вузли перетину зон тріщинуватості, а також площові осередки підвищеної тріщинуватості, які, очевидно, являють собою ділянки концентрації новітніх і сучасних тектонічних напруг. Спостерігаються вони повсюдно. Утворення більшості з них визначається взаємодією структурних ліній діагонального та ортогонального напрямів. Очевидно, в межах даних вузлів має місце аномальний характер їх сучасного геодинамічного стану.

Добре наочне уявлення про кількісний площовий розподіл структурних ліній у районі досліджень дозволяють отримати результати їх комп'ютерної обробки за щільністю на одиницю площі за програмою "Лінеаментний аналіз" методом "ковзного виміру" (або способом "ковзного вікна") з допомогою палетки витягнутої форми [3; 6–8]. Розмір даного "вікна" вибирається емпіричним шляхом таким чином, щоб площі з нульовими значення-

ми щільності лінійних елементів були мінімальними. У випадку, якщо лінійний об'єкт має більшу довжину, ніж геометричні параметри "вікна", він розбивається на кілька окремих структурних ліній, кількість яких встановлюється "ковзним вікном". При цьому значення сумарної кількості всіх лінійних елементів відносяться до точок у центрах рівновеликих осередків. Потім за цими точками з допомогою комп'ютерної програми Surfer будуються відповідні схеми в ізолініях. Вони й являють собою схеми щільності лінійних структур, які відповідні до схем геофізичних полів не тільки зовнішньо, але й за своєю сутністю. Тому для їх обробки та аналізу прийнятні всі ті прийоми, які використовуються геофізиками. Передусім це поглиблює аналіз отриманих матеріалів та підвищує об'єктивність кінцевих результатів.

Схема щільності структурних ліній усіх азимутальних систем (або схема загального, інтегрального поля лінійних елементів) дозволяє чітко виявити площові осередки підвищеної тріщинуватості, а також вузли перетину різноспрямованих зон тріщинуватості. Вони визначаються максимальними і підвищеними показниками загальної щільності, часто оконтурюються ізометричними за морфологією аномаліями. Однак саме через цю обставину, яка зумовлена свого роду "інтерференцією" різних за напрямками лінійних об'єктів, простежити у плані, окреслити контури окремо взятої зони на вказаній схемі вкрай важко.

Для уникнення описаних незручностей, а також для чіткої просторової локалізації зон підвищеної тріщинуватості використовується інший ефективний методичний прийом. Він полягає в тому, що будуються посистемні схеми щільності структурних ліній, як це вказано в [3; 6–8]. У цьому випадку в кожному конкретному "вікні" підсумовується кількість лінійних елементів лише тієї чи іншої системи, які мають те чи інше спрямування. Орієнтація "вікна" визначається відповідно до простягання переважної кількості лінійних об'єктів у межах кожної окремої системи. Нами, зокрема, дослідно визначалася конкретна азимутальна їх належність, за результатами аналізу гістограм розподілу за напрямками (рис. 5), про що вказувалося вище.

Наприклад, на схемі щільності структурних ліній північно-східної ($58^\circ \pm 4,5^\circ$) системи у межах Старошепелицької ділянки за лінійно витягнутими аномаліями підвищених і максимальних значень різної довжини просторово добре виділяються конкретні зони, встановлюються видовжені області аномального геодинамічного впливу передбачуваних ділянок розрядки напружено-деформованого стану гірських порід (рис. 6, А). Дані лінійні аномалії орієнтовані згідно з модальними значеннями розподілів азимутів простягання лінійних елементів. Імовірно, що деякі з вказаних ділянок (або зон), а також утворених комбінаціями певних із них вузлів характеризуються аномальним вертикальним масопереносом. Очевидно, це визначається пов'язаним з сучасною геодинамічною обстановкою конкретним розподілом регіональних і локальних тектонічних напруг розтягнення і стиснення за тією чи іншою зоною. Для однозначної відповіді на це питання необхідні подальші детальні дослідження.

Так, на схемі щільності лінійних елементів системи $58^\circ \pm 4,5^\circ$ абсолютний ізометричний максимум із позначкою 12 і більше лін./ар (лін. – лінія, 1 ар = 100 м^2) спостерігається у крайній східній частині площі, орієнтована з південного заходу на північний схід аномалія інтенсивністю більше 6 лін./ар – у західній частині (рис. 6, А).

Знижені позначки щільності свідчать про переважний розвиток у цих місцях лінійних об'єктів інших азимутальних систем. У випадку, коли ці значення групуються в чіткі лінійно витягнуті строго орієнтовані аномалії, вони можуть вказувати на наявність зон лінійних елементів саме цих спрямувань. Часто на площових схемах щільності вказані зони простежуються невпевнено, тоді як на схемах щільності у тривимірному зображенні вони, рельєфно виражаючись, можуть добре ідентифікуватися (рис. 6, Б).

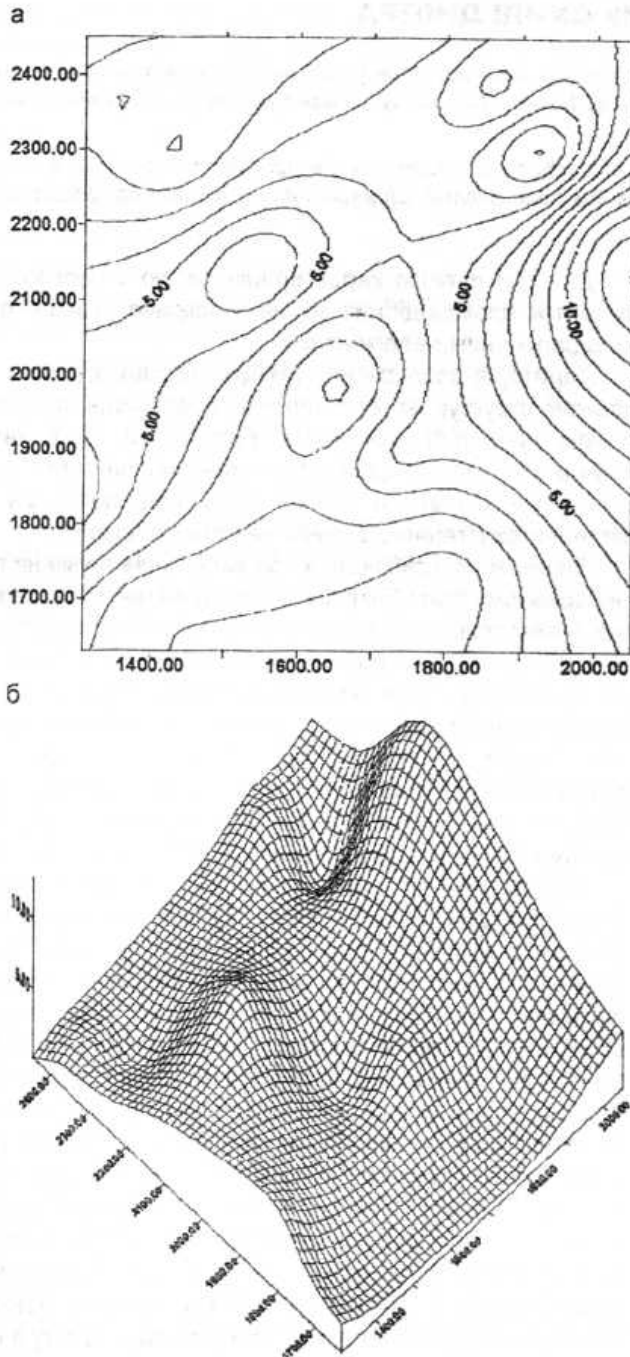


Рис. 6. Схема щільності структурних ліній північно-східної системи ($58^{\circ}\pm 4,5^{\circ}$) Старошепелицької ділянки (розмір $0,75\times 0,85$ км, координати умовні): площове зображення (А), тривимірне зображення (Б)

зультати вказаного комплексу описані в [3; 4; 7; 10; 11]. Головними з них є встановлення фактів, які переконливо свідчать про те, що зонам аномального масопереносу притаманні неоднорідності фізичних полів і підвищені значення радон-торонового співвідношення.

Висновки. Таким чином, комплексними аерокосмо-геологічними і геолого-геофізичними дослідженнями полігонів із вивчення зон аномального масопереносу і суміжних з ними ділянок у межах ЧЗВ:

- оцінено їх геодинамічний стан і сучасну активність (районовано за інтенсивністю розчленованості рельєфу і динамікою ерозійних процесів, виділено мікроблоки з різним ступенем розвитку сучасної поверхневої тріщинуватості, простежено зони розрядки напружено-деформованого стану гірських порід, виявлено площові ділянки підвищеної тріщинуватості тощо);

- простежено чіткий просторово-кореляційний зв'язок між виявленими ландшафтними (формування понижених форм рельєфу – западин, зміна зонального типу рослинності й ґрунтів на азональні) та еманційними аномаліями, неоднорідностями геофізичних полів, гідрогеологічними параметрами (підвищення масообміну між поверхневими і глибокими шарами розрізу);

- встановлено, що вказані аномалії відображають структурну диференційованість полігону, головним чином пов'язану з порушеннями горизонтальної однорідності шарів геологічного середовища, яка зумовлена наявністю складно побудованих геодинамічних субвертикальних зон напружено-деформованого стану гірських порід;

- визначено, що дані зони характеризуються підвищеними міграційними властивостями і, як наслідок, є своєрідними "каналами" інтенсивного проникнення радіонуклідів з поверхневих вод і ґрунтів у підземні води глибоких водоносних горизонтів та навколишні осадові утворення;

- засвідчено високу геологічну інформативність комплексу використаних методів досліджень зон аномального масопереносу, а також наукову обґрунтованість застосованої інтегральної методики.

Результати дослідження аномальних зон і відповідні методичні прийоми можуть ефективно застосовуватися при вирішенні подібних задач в інших регіонах України.

1. Розанов Л.Н. Динамика формирования тектонических структур платформенных областей. – Л., 1981.
2. Чебаненко И.И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры (на примере Украины). – К., 1977.
3. Азімов О.Т., Левашов С.П., Бублясь В.М. Використання комплексу дистанційних і геофізичних даних як інформаційного ресурсу при дослідженні сучасних тектонічних напруг у межах аномальних зон вертикального масопереносу (на прикладі Старошепелицької ділянки Зони відчуження ЧАЕС) // Геоінформатика. – 2002. – № 3. – С. 64–74.
4. Шестопалов В.М., Бублясь В.М. Зони інтенсивної міграції радіонуклідів у геологічне середовище Чорнобильської зони відчуження // Бюл. екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2000. – № 16. – С. 9–12.
5. Азімов О.Т. Структурні особливості полігонів з вивчення аномальних зон вертикального масопереносу у Зоні відчуження за даними дешифрування матеріалів аерофотозйомки і топографічних карт // Тез. докл. Міжнарод. конф. "Екологіческие проблемы захоронения радиоактивных отходов" (Київ, 9-10 марта 2000 г.). – К., 2000. – С. 41–42.
6. Азімов О.Т., Бублясь В.М., Ліщенко Л.П. та ін. Досвід застосування матеріалів аерозйомки і ГІС-технологій при комплексному дослідженні аномальних зон вертикального масопереносу в Зоні відчуження ЧАЕС // Матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. "ГІС Форум-2001" (Київ, 18-20 груд. 2001). – К., 2001. – С. 174–180.
7. Азімов О.Т. Деякі аспекти комплексного використання матеріалів аерозйомки і ГІС-технологій при вивченні аномальних зон вертикального масопереносу // Сб. науч. тр. НГУ. – Днепропетровск, 2003. – № 16. – С. 140–148.
8. Азімов О.Т. Практичні результати використання автоматизованих систем обробки даних дистанційного зондування Землі під час уточнення блокової будови території Зони відчуження ЧАЕС: (у зв'язку з проблемою поховання у її межах радіоактивних відходів у глибоких свердловинах) // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. – К., 2003. – № 1. – С. 78–86.
9. Азімов О.Т. Структурно-тектонічні особливості

Геологічна природа виділених за даними ґрунтово-геоморфологічних досліджень і дешифрування МАФЗ і топокарт структур, характер пов'язаних із ними геодинамічних процесів підтверджуються комплексом геофізичних методів, серед яких геоелектрична зйомка, магнітометрія, сейсмоакустичний і георадарний методи та радон-торонова еманційна зйомка. Достатньо повно ре-

сті полігонів із вивчення вертикального масопереносу в Зоні відчуження (за даними аерофотозйомки і топографічних карт) // Геохімія та екологія: Зб. наук. пр. ІГНС НАН та МНС України. – К., 2004. – Вип. 9. – С. 55–58. 10. Шестопалов В.М., Бублясь В.М., Якимчук М.А., Левашов С.П. Про необхідність аналізу геодинамічних зон територій при виборі ділянок для захоронення радіоактивних відходів / Геохімія та екологія: Зб.

наук. пр. ІГНС НАН та МНС України. – К., 2001. – Вип. 3–4. – С. 37–49. 11. Бублясь В.М., Шестопалов В.М. Аномальные зоны и их роль в перераспределении радионуклидов из поверхности почв в подземные воды / Водобмен в гидрогеологических структурах и чернобыльская катастрофа. Ч. 1. Распространение чернобыльских радионуклидов в гидрогеологических структурах. – К., 2001. – С. 251–356.