

## Новітня тектоніка території Біланівського залізорудного та Кременчуцького уранового родовищ

© *В. Г. Верховцев, О. О. Крамар, Ю. В. Юськів, Є. Б. Краснов, Ю. Є. Тищенко, 2014*

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,  
Київ, Україна

Надійшла 25 грудня 2013 р.

Представлено членом редколегії *О. Б. Гінтовим*

Изложены результаты крупномасштабного (1:10 000) картирования новейшей тектоники региона, выполненного на основе морфографических, морфометрических и аэрокосмических методов исследования. Выделены и охарактеризованы активные на новейшем этапе развития линейные и кольцевые структуры, а также суммарные амплитуды вертикальных движений в четвертичном периоде. Полученные данные заверены сопоставлением с проведенными измерениями эманации радона.

**Ключевые слова:** неотектоника, новейший этап развития, новейшая геоструктура, линеамент, линеаментная система, кольцевая геоструктура, суммарные амплитуды четвертичных вертикальных движений, разлом, эманация радона.

**Вступ.** Біланівське родовище залізистих кварцитів розміщується за 4—5 км на захід від залізничної станції Галещина і за 25 км від м. Комсомольськ, а Кременчуцьке родовище урану — в 1,5 км на захід від ст. Галещина (Полтавська область).

Неотектонічні дослідження виконані в рамках науково-дослідної роботи з вивчення впливу Кременчуцького родовища урану на формування природного радіаційного фону території, обмеженої ліцензійною ділянкою Біланівського та південною частиною ліцензійної ділянки Галещинського залізорудних родовищ [Верховцев та ін., 2013] і є продовженням комплексних науково-дослідних робіт, виконаних нами раніше по темі «Натурні радіогеоекологічні дослідження та оцінка ризиків, пов'язаних з радіаційною небезпекою при розробці Біланівського залізорудного родовища, Полтавська область» [Лисиченко та ін., 2012].

**Об'єкт досліджень** — розломно-блокові структури території Біланівського гірничозбагачувального комбінату (БГЗК).

**Цільове призначення робіт:** складання карти розломної тектоніки масштабу 1:10 000 з відображенням новітньої (четвертинної) активізації розломів з метою дослідження ділянок активної міграції радіонуклідів у підземних водах і на цій основі встановлення джерел формування природного радіаційного фону вказаної території.

### **Основні завдання:**

- На основі узагальнення та часткової переінтерпретації наявних геолого-геофізичних матеріалів (геологічні карти, розрізи, документація керна свердловин, первинні дані щодо будови різних геофізичних полів тощо) побудувати: 1) карту розломної тектоніки масштабу 1:10 000; 2) геологічну карту масштабу 1:10 000; 3) зробити висновки щодо можливого впливу уранової мінералізації Кременчуцького родовища на формування радіаційного фону Біланівського та Галещинського залізорудних родовищ.
- За допомогою структурно-геоморфологічних та аерокосмічних методів дослідження побудувати карту новітньої тектоніки району робіт масштабу 1:10 000 з відображенням активних лінійних і об'ємно-площових (кільцевих) геологічних структур та сумарних амплітуд новітніх (четвертинних) вертикальних рухів земної поверхні.
- Встановити найнебезпечніші (активні) ділянки розломів за допомогою польових досліджень (визначення проявів підвищеної еманції радону, гамма-фону тощо).
- Визначити в межах розломів ділянки активної фільтрації поверхневих стоків у підземні води.
- Визначити фільтраційні властивості водо-

носних горизонтів у горизонтах пухких розкривних порід.

- Розробити рекомендації щодо проведення можливих природоохоронних заходів у межах контуру проектного кар'єру.

#### **Загальні риси розломної тектоніки регіону.**

В межах Кременчуцького рудного району, який із заходу, як і основна частина Кривбасу, контролюється Криворізько-Кременчуцьким (Головним) глибинним розломом, широко розвинені складчасті й розривні структури вищих порядків, які привели до порушення первісного залягання докембрію, розблокування залізорудних покладів, а також прояву пізніших накладених процесів: окварцювання, окиснення залізних руд, лужного метасоматозу, формування уранового зруденіння, гіпергенезу та ін. Найбільшою плікативною структурою району, з формуванням якої пов'язана істотна зміна елементів первинного залягання осадово-метаморфічної товщі порід криворізької серії, є Галещинська синкліналь. Порооди залізисто-кременистої формації зазнали широкого прояву дислокаційного метаморфізму, дрібної складчастості, розривів різних порядків, дрібної тріщинуватості і катаклазу. В результаті формування розривних порушень, що ускладнили геометрію самої Галещинської синклінали разом з породами криворізької серії і гранітоїдами, утворилися Галещинський, Біланівський та інші розломи субмеридіонального напрямку та великий Діагональний (Ревівський) розлом північно-східного простягання — структура, що оперяє Головний розлом.

Крім того, відомі ще й інші другорядні розривні порушення, головним чином, північно-східного напрямку (наприклад, два — на профілі II в межах Біланівського залізорудного родовища). Є також розриви північно-західного і іноді субширотного простягання.

Детальне вивчення та узагальнення даних щодо розломної тектоніки, наведених у численних попередніх роботах, досі не були виконані. Водночас промислове Кременчуцьке родовище урану приурочене саме до великої Ревівської розломної зони, якою контролюється формування і локалізація уранового зруденіння. Північний відрізок цієї структури має субмеридіональне простягання, яке змінюється на південь від уранового родовища на південно-західне (у зв'язку з чим ця частина розлому і має назву Діагонального).

**Неотектонічні дослідження.** Застосування неотектонічних (структурно-геоморфологічних і аерокосмічних) досліджень у пошукових та екологічних цілях ґрунтується на поширених

уявленнях про те, що новітній етап відіграв важливу роль у просторовому розміщенні і міграції багатьох корисних копалин, локалізації проявів негативних природних явищ. Особливе значення при цьому має останній, пізньопліоцен-четвертинний, підетап, оскільки саме в цей час остаточно сформувалися особливості будови геоструктур, що спостерігаються нині, і сучасний рельєф. Підґрунтям цих досліджень є встановлена кореляційна залежність розміщення родовищ корисних копалин і багатьох природних процесів від режиму новітніх рухів.

#### **Основні поняття і терміни дослідження.**

**Неотектоніка** — тектонічні рухи, порушення та зміни в рельєфі земної поверхні, що відбулися на протязі палеогенового та неогенового періодів і продовжувалися у четвертинний період.

Розрізняють сучасні тектонічні рухи, які відбуваються нині: *новітні*, або *молоді*, — пізній пліоцен і голоцен; *неотектонічні* — від початку олігоценової епохи палеогену до голоцену, тобто близько 40 млн років.

**Новітній етап (підетап) розвитку** — будь-який з часових відрізків, що вкладається в межі неотектонічного етапу, але менший за останній.

**Новітня геоструктура** — геоструктура, яка зазнала активізації в новітній час розвитку (переважна більшість) або утворилася на відповідному етапі (меншість). Синонім — активна на новітньому етапі розвитку геоструктура, якому ми віддаємо, як правило, перевагу.

**Лінеамент** — у найзагальнішому вигляді є елементарною лінією зміни параметрів географічного, геологічного і геофізичного родовищ. Це можуть бути розломи, зони підвищеної тріщинуватості, структурні неузгодження, стратиграфічні, літологічні або петрографічні межі, лінійні геофізичні аномалії, елементи рельєфу і інші компоненти ландшафту, в тому числі не пов'язані з геологічними процесами. Разом з тим більшість дослідників вважає, що у найбільш типовому випадку лінеаменти є, як мінімум, поверхневим відображенням різних за розмірами, віком і глибиною закладання розломних структур. На наш погляд, в оптимальному варіанті лінеамент являє собою своєрідну тріаду, що містить: 1) глибинну лінійну неоднорідність; 2) розлом (зону розломів) у твердих оболонках Землі; 3) лінійно організовані елементи ландшафту на поверхні.

**Лінеаментна система** — система, створена прямолінійними (або близькими до таких) спряженими та взаємно перпендикулярними лінеаментами двох напрямків.

**Кільцева геоструктура** — різні за генезисом,

— суцільна сукупність геологічного тіла, його будови, складу і зовнішньої форми.

**Методи та методичні прийоми дослідження.** При вивченні активних на новітньому етапі розвитку геологічних структур ми застосовували такий комплекс методів: 1) морфоструктурний аналіз топооснови, що включає вивчення морфографічних і морфометричних особливостей рельєфу і зіставлення отриманих результатів з апіорними геолого-геофізичними даними; площове дослідження перших виконано за допомогою методу дирекційних напрямків і аномалій, а других — за допомогою морфометричного методу пошуку геоструктур, основи якого розробив В. П. Філософов [Філософов, 1975]; 2) структурно-геологічне дешифрування й інтерпретація великомасштабних і висотних (середньомасштабних) фотографічних і радіолокаційних знімків; 3) візуально-інструментальне дешифрування і інтерпретація дрібномасштабних оригінальних космоматеріалів і синтезованих зображень, отриманих за допомогою різних оптико-електронних засобів. Принципи побудови карт новітньої тектоніки детально викладені у статті [Верховцев, Юськів, 2011].

**Основні результати дослідження.** В результаті картування активних на новітньому етапі розвитку геоструктур ми встановили і вивчили об'єкти двох типів — лінеаментні зони (ЛЗ) і кільцеві геоструктури (КС). Детальне вивчення цих структур показало, що перші відображують, головним чином, різного порядку лінійні розривні структури, а другі — об'ємно-площові неоднорідності тектоносфери.

**Активні на новітньому етапі розвитку лінійні структури території Біланівського залізрудного та Кременчуцького уранового родовищ.** Відбір лінеаментів геоструктурної природи із загального лінеаментного поля ґрунтується на збігу дешифрувальних ознак лінеаментів і власне розривних порушень.

У ландшафті вони виявляються як упорядковані спрямлені елементи гідрографічної мережі й осьові лінії вододілів, рідше у вигляді градієнтних уступів, ланцюжків окремих форм рельєфу, лінійних ґрунтово-рослинних аномалій тощо.

Таким чином, у результаті проведення морфографічного і морфометричного аналізів і обробки аерокосмічних знімків ми виділили ті лінеаменти і їх зони, що активно впливали на формування сучасного рельєфу. Вони являють собою ділянки лінійної концентрації проявів регіональних геологічних процесів і явищ.

У межах регіону ЛЗ утворюють одну домінуючу (субортогональну  $0^\circ \perp 90^\circ$ ,  $\pm 20^\circ$ ) і одну проміжну ( $40\text{—}45^\circ \perp 315\text{—}320^\circ$ ) системи, які представлені прямолінійними (або близькими до таких) сполученими ЛЗ домінуючих і проміжних напрямків (рис. 1).

Однією з найважливіших характеристик ЛЗ є співвідношення між собою груп ландшафтних індикаторів, на підставі яких вони виділені. Неотектонічно активні розломи відображаються в орогідрографії (а відповідно, на аерокосмоснімках і топопланшетах) переважно двома основними способами. З одного боку, це аномальні концентрації спрямлених ділянок різнопорядкових елементів ерозійної мережі («ерозійні» ландшафтні індикатори), з іншого — аналогічні концентрації спрямлених ділянок осей вододілів і рідше уступів у рельєфі («вододільні» ландшафтні індикатори). Очевидно, неотектонічні розломи (ЛЗ), виділені за аномальними згущеннями спрямлених ділянок ерозійної мережі, тою чи іншою мірою ослаблені і можуть бути пов'язані із зонами відносного розтягування. Навпаки, розломи, відображені в особливостях будови і просторового розміщення вододілів і градієнтних уступів, формувалися в умовах відносного стиску. У разі приблизно однакової кількості ландшафтних індикаторів зазначених двох основних груп (за їх розбіжності не більше ніж у 1,2 раза), як свідчать дослідні спостереження, у тому числі зіставлення отриманих результатів з відомими тектонічними картами, лінеаменти утворювалися за переваги ковзання (зсуву, зрізу або сколювання).

Природно, що ця ознака є непрямомою і дає змогу розділити виявлені неотектонічно активні розломи за механізмом утворення і способом прикладання тектонічних сил (навантаження) тільки в першому наближенні. Отримані результати мають бути обов'язково засвідчені апіорними геолого-геофізичними даними.

ЛЗ домінуючих систем є багатокомпонентними як за кількістю лінеаментів, що входять до складу зон, так і за загальною кількістю виявлених ЛЗ; вони чітко відображені на топокартах і в аерокосмоматеріалах і, як правило, підтверджені аналізом геолого-геофізичних матеріалів.

ЛЗ домінуючої системи  $0^\circ \perp 90^\circ$  ( $\pm 20^\circ$ ) представлені шістьма лінійними структурами — трьома субмеридіональними і трьома субширотними (див. рис. 1). Відстань між субмеридіональними ЛЗ (змінюється від 100 до 450 м) не є сталою.

Зафіксовано зближене між собою розміщення ЛЗ № 1—3 (до 100 м), що дає змогу допус-

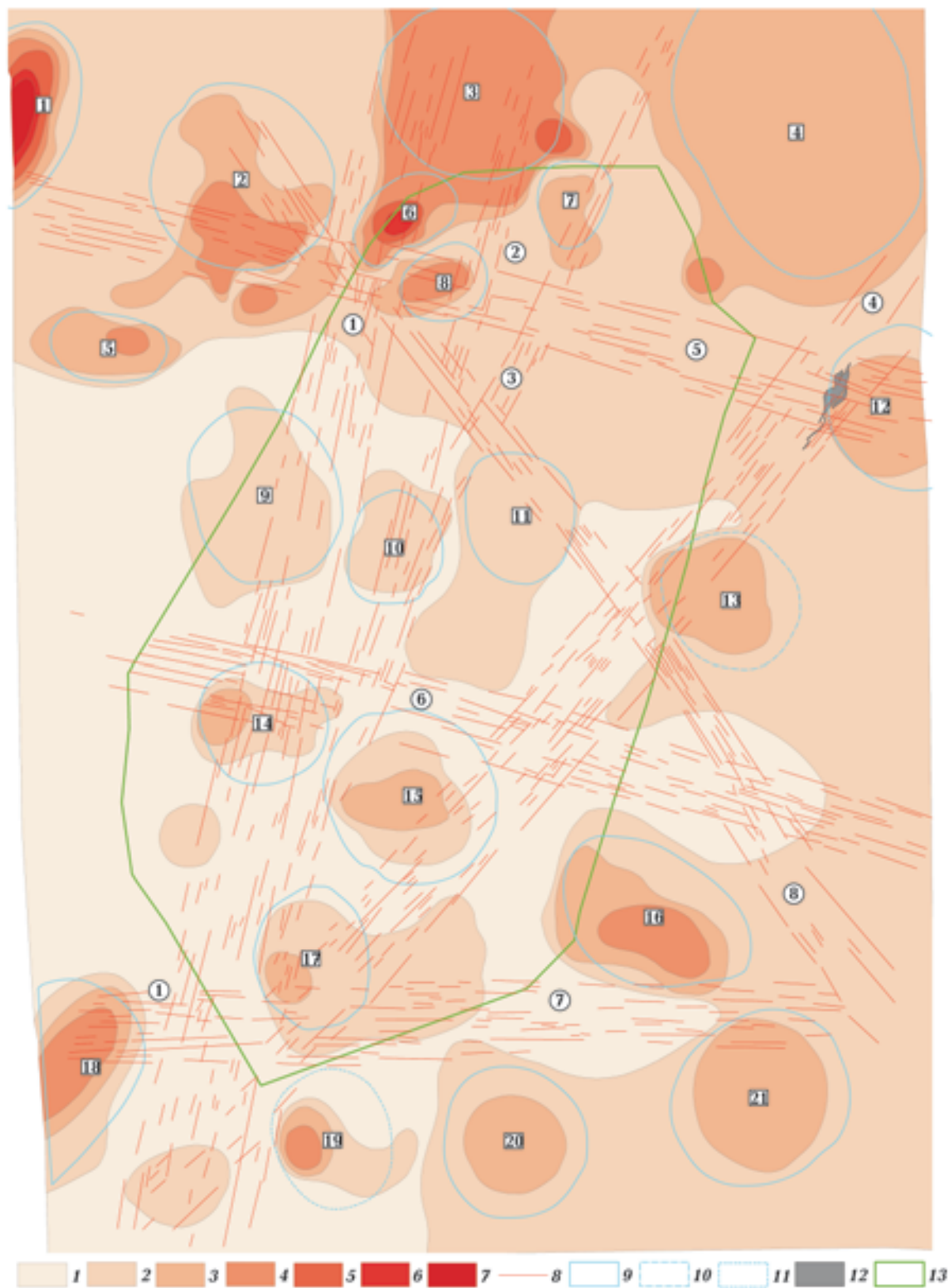


Рис. 1. Карта новітньої (четвертинної) тектоніки Біланівського залізорудного та Кременчуцького уранового родовищ масштабу 1:10 000 (зменшено) (Склали: В. Г. Верховцев, Ю. В. Юськів, Є. Б. Краснов). Сумарні амплітуди вертикальних рухів земної поверхні у четвертинному періоді, м: (1 — 0—0,5; 2 — 0,5—1,0; 3 — 1,0—1,5; 4 — 1,5— 2,0; 5 — 2,0—2,5; 6 — 2,5—3,0; 7 — 3,0—3,5); 8 — лінеamenti (активні на новітньому етапі розвитку лінійної структури); кільцеві структури: 9 — усадкована, 10 — проміжна, 11 — неусадкована; 12 — Кременчуцьке уранове родовище; 13 — контур Біланівського залізорудного родовища.

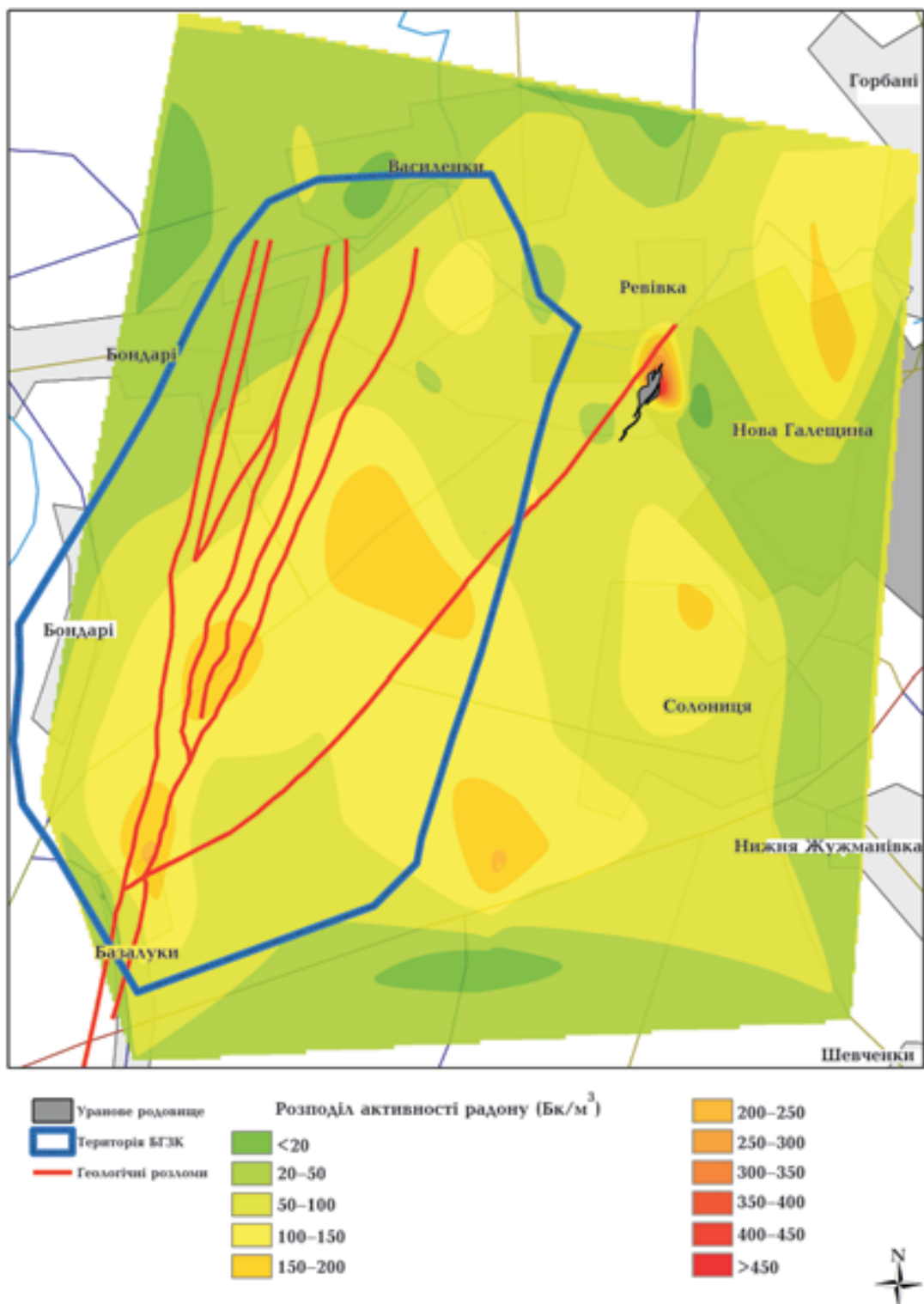


Рис. 2. Активність еманції радону з ґрунту на території Біланівського ГЗК.

розмірами, формами прояву на земній поверхні структурно-геологічні об'єкти, що мають центральну симетрію у перетині із землею поверхнею (серед них розрізняють достовірні й передбачувані).

**Принцип геолого-геоморфологічної конформності** — геоморфологічна поверхня конформна її однорідному і однопорядковому геологічному простору, що впорядковує її. Геолого-геоморфологічна конформна система

тити утворення ними більшої лінійної структури — Криворозько-Кременчуцької, що відповідає однойменній зоні розломів (рис. 1).

Відстань між субширотними ЛЗ, навпаки, є досить постійною і становить 1900—1920 і 960—1500 м. Відзначається істотна близькість субширотних і субмеридіональних ЛЗ за такими характеристиками, як довжина і ширина (потужність). Довжина перших 4524—5317 м, других — 4955—7140 м (при цьому майже усі вони хоча б в одному напрямку виходять за межі досліджуваного району); ширина, відповідно, 397—437 м проти 198—538 м.

Більшість ЛЗ субортогональної системи досить чітко витримані за напрямком. Однак сама системи виділена певною мірою умовно. Швидше за все — це діагональна система  $15\text{--}20^\circ \perp 285\text{--}290^\circ$ , оскільки в параметри вкладаються чотири з шести виявлених ЛЗ. І тільки чітко виражений парагенетичний зв'язок та особливості геодинаміки дають змогу об'єднати їх з іншими двома ЛЗ в рамках однієї системи.

У цілому для ЛЗ системи характерна перевага ерозійних ландшафтних індикаторів над вододільними, але в більшості випадків не настільки велика, що б інтерпретувати їх як скиди. Тому більшість їх виділені нами як передбачувані скидо-зсуви, а в одному випадку — як скидо-насув.

ЛЗ проміжної системи  $40\text{--}45^\circ \perp 315\text{--}320^\circ$  представлені двома ЛЗ — північно-східного і північно-західного напрямків. Зони досить близькі між собою за довжиною і шириною: установа довжина першої ЛЗ дорівнює 7200 м за ширини 500 м, другої — 6583 м за ширини 200—330 м.

За морфологією (кінематикою) ЛЗ віднесені нами до скидо-зсувів (тобто вони дешифровані за однаковою або приблизно однаковою кількістю ерозійних і вододільних індикаторів, але все ж з перевагою перших).

Стисло відомості про виділені ЛЗ наведено в табл. 1 (включаючи їх номер на карті, назву, ранг, довжину, ширину, азимут простягання, морфологічний тип, збіг з розломами).

**Т а б л и ц я 1.** Основні відомості про активні на новітньому етапі розвитку лінеаментні зони

Номер на рис. 1	Ранг	Азимут, градуси	$\frac{\Delta}{\text{Ш}}$	$\frac{K}{\Delta_1\text{--}\Delta_2}$	$\frac{K_{\text{ер}}}{K_{\text{вод}}}$	Збіг з відомим розломом	Передбачуваний морфотип
<b>Лінеаментні зони домінуючої субортогональної системи <math>0\perp 90^\circ (\pm 20)</math></b>							
1	T	12—20	$\frac{7140^{**}}{538}$	$\frac{135}{53\text{--}700}$	$\frac{120}{98}$	++ Криворозько-Кременчуцька (Головна) зона розломів	З-Н
2	P1	23—25	$\frac{7131^{**}}{231}$	$\frac{74}{61\text{--}1000}$	$\frac{66}{55}$	++ Біланівський розлом	С-З
3	P1	28—30	$\frac{4955^*}{198}$	$\frac{46}{44\text{--}490}$	$\frac{38}{29}$	++ Галецинський розлом	С-З
5	P2	285—290	$\frac{5317^{**}}{397}$	$\frac{85}{65\text{--}708}$	$\frac{71}{67}$	—	З
6	P2	286—291	$\frac{4790^{**}}{432}$	$\frac{108}{38\text{--}774}$	$\frac{80}{72}$	—	С-З
7	P2	88—91	$\frac{4524^{**}}{437}$	$\frac{103}{31\text{--}835}$	$\frac{92}{52}$	—	С
<b>Лінеаментні зони проміжних діагональних систем <math>40\text{--}45^\circ \perp 315\text{--}320^\circ</math></b>							
4	P1	40—45	$\frac{7200^*}{500}$	$\frac{456}{54\text{--}750}$	$\frac{127}{94}$	++ Діагональний (Ревівський) розлом	С-З
8	P1	315—320	$\frac{6583^{**}}{200\text{--}330}$	$\frac{91}{45\text{--}978}$	$\frac{75}{53}$	—	С-З

*Примітки:* ранг ЛЗ: Т — трансрегіональна, P1 — регіональна 1-го порядку, P2 — регіональна 2-го порядку,  $\Delta$  — довжина, Ш — ширина ЛЗ, м; K — кількість елементарних лінеаментів, що входять до складу ЛЗ;  $\Delta_1$  — мінімальна,  $\Delta_2$  — максимальна довжина (м) цих лінеаментів;  $K_{\text{ер}}$  — кількість ерозійних,  $K_{\text{вод}}$  — кількість вододільних ландшафтних індикаторів лінеаментів; С — скид; Н — насув, З — зсув; «++» — ЛЗ повністю збігається з відомим розломом; «+» — те ж саме, але частково (фрагментарно); «—» — ЛЗ не зафіксовано в показниках, що аналізуються; одна зірочка — ЛЗ виходить за межі досліджуваного району в одному напрямку; дві зірочки — те ж саме, але в обох напрямках.

На закінчення відзначимо кілька обставин, які стосуються усіх систем:

1) до складу кожної з виділених систем, крім ЛЗ, входять одиночні (локальні) лінеamenti, однак вони не показані на підсумковій карті;

2) настільки чіткий поділ зон по системах ні якою мірою не можна розуміти однозначно: безсумнівно, між ними існують усілякі типи взаємовідношень, зокрема, у генетичному і кінематичному аспектах. У першу чергу це стосується зсувів і близьких до них за механізмом утворення і способом прикладання тектонічних сил (навантаження) розривних порушень, що часто утворюють у плані складні «віргуючі» малюнки, які можуть поєднувати кілька сусідніх систем.

**Активні на новітньому етапі розвитку кільцеві геоструктури території Біланівського залізорудного та Кременчуцького уранового родовищ.** Дотепер у геологічній літературі відсутня термінологічна єдність у визначенні КС. Однак незважаючи на існуючий термінологічний різнобіт, термін «кільцева структура» найбільш уживається.

Більшість дослідників розуміє цей укорінений у літературі термін як узагальнюючий, введений для позначення як будь-яких об'ємно-площових неоднорідностей літосфери, що утворюють ізометричний, близький до округлого контур при перетинанні із землею поверхнею, так і різних поверхневих ізометричних утворень екзогенного, рідко будь-якого іншого «не глибинного» походження. Слід зазначити, що разом з тим у літературі часто використовують й інші терміни: центричні, багатокутні з центром симетрії, центрального типу, ізометричні, площові, осередкові структури (або морфоструктури), астроблеми, концентри тощо. Очевидно, це пов'язане з деякою розпливчатістю і певною неточністю змісту поняття «кільцева структура». Крім того, далеко не завжди ізометричні об'єкти, що належать до кільцевих, мають правильну кільцеву форму. Ще рідше мають кільцевий вигляд різні структурні форми літосфери, що їм відповідають.

І все-таки, не бажаючи вносити додаткової плутанини введенням нового терміна, ми використовуємо поняття «кільцева структура» як різні за генезисом, розмірами, формами прояву на земній поверхні структурно-геологічні об'єкти, що мають центральну симетрію в перетині з землею поверхнею (розрізняємо серед них достовірні й передбачувані).

Усе викладене ми використали при інтер-

претації активних на новітньому етапі КС, що дешифруються на АКМ як площові аномалії фототону і структури рисунка зображення.

На сучасній поверхні КС виражені в особливостях розподілу абсолютних висот і ступеня розчленування рельєфу, а також у закономірному розташуванні (у вигляді дугових і кільцевих контурів) форм рельєфу різного генезису й інших компонентів ландшафту.

Залучення геолого-геофізичних матеріалів, у тому числі отриманих у результаті перевірки виділених об'єктів, дало змогу визначити геологічну природу кільцевих аномалій, класифікувати їх як осередкові структури, ізометричні блоки фундаменту, структури осадового чохла.

Крім того, залежно від характеру відображення виявлених активних на новітньому етапі розвитку КС у морфометричних показниках відповідно до методики, розробленої В. П. Філософовим [Філософов, 1975], з нашими частковими змінами та доповненнями, вони розділені на декілька морфогенетичних типів: 1) успадковані, 2) неуспадковані, 3) проміжні.

*Успадковані КС* мають фіксоване в плані положення центральної частини протягом, як мінімум, пізньопліоцен-четвертинного часу, відображаються на всіх статичних морфометричних картах і характеризуються збігом контурів, виділених на всіх побудованих базисних і вершинних поверхнях (розбіжність має не перевищувати 1/3 розміру узагальненого контуру), в більшості випадків вони чітко виражаються в морфографічних даних і сумарних амплітудах новітніх вертикальних рухів, а також підтверджуються апріорними геолого-геофізичними матеріалами.

*Неуспадковані КС* (з мігруючою в плані центральною частиною) також відображаються на всіх статичних морфометричних картах (обов'язково на всіх базисних і вершинних поверхнях), але при цьому величина зсуву контурів відносно один одного перевищує 1/3 розміру узагальненого контуру. Це свідчить про зміну напрямку розвитку структури в часі (швидке піднімання, повільне піднімання, опускання і т. п.) або ж просторову міграцію, як мінімум, склепінної (центральної) її частини.

*Проміжні КС* займають проміжне положення між успадкованими і безкореневими об'ємно-площовими утвореннями (що і відображено в їх назві): вони фіксуються по обох статичних морфометричних картах молодших порядків і однієї з таких поверхонь старшого порядку (у досліджуваному районі в більшості випадків це вершинна поверхня 4-го порядку),

часто відображуються у сумарних амплітудах новітніх рухів земної поверхні і практично завжди — у морфографічних показниках. Ці структури характеризуються успадкованим розвитком у простеженому часовому інтервалі, але мають менші розміри і менш глибоке, чим успадковані КС, проникнення (закладення).

Усього в межах регіону виділено (на рівні досліджень масштабу 1:10 000) 21 активну на новітньому етапі КС, з них 19 — успадкованого, 1 — неуспадкованого та 1 — проміжного морфогенетичних типів. Розміри їх змінюються від 378×678 до 1370×1800 м, а передбачувана (розрахункова) глибина закладення (проникнення) — від 189 до 900 м (див. рис. 1, табл. 2).

Виявлені 19 активних на новітньому етапі КС *успадкованого типу* за генетичними ознаками віднесені до метаморфогенних й тектоногенних і інтерпретовані у структурно-геологічному відношенні як структури осередкового типу, відносно підняті (рідше опущені) ізометричні мікроблоки фундаменту, локальні структури осадового чохла.

На жаль, наявного апріорного геолого-геофізичного матеріалу недостатньо для однозначного визначення геологічної природи об'ємно-площових утворень регіону. Реальна оцінка результатів досліджень затримується через істотні тимчасові розриви між дешифруванням топома матеріалів та АКМ і перевіркою вірогідності виявлених об'єктів наземними геолого-геофізичними методами. Тому значною мірою губляться основні переваги їх застосування — економія часу й витрат.

За латеральними розмірами всі виявлені КС належать до мікроструктур підгрупи з діаметром, меншим за 10 км, тобто є так званими малими кільцевими формами. Розміри їх змінюються від 378×678 до 1370×1800 м, а передбачувана (розрахункова) глибина закладення (проникнення) — від 189 до 900 м.

До *неуспадкованих КС* віднесена всього одна — № 19 на рис. 1, яка має розміри 690×796 м, розрахункову глибину закладення (проникнення) — 345—398 м.

*КС проміжного типу* також виявлено тільки одну (№ 13 на рис. 1, табл. 2). За латеральними розмірами вона також належить до мікроструктур. Розміри її 736×828 м, а глибина закладення (проникнення) — 368×414 м.

Основні відомості про виявлені активні на новітньому етапі розвитку КС стисло наведено в табл. 2 (включаючи номер структури на рис. 1, її назву, розміри, морфогенетичний тип, особливості відображення в сумарних амплітудах четвертинних вертикальних рухів земної кори,

розрахункову глибину закладення (проникнення), характер взаємин з лінеаментами, передбачувану структурно-геологічну інтерпретацію).

**Сумарні амплітуди четвертинних вертикальних рухів земної поверхні території Біланівського залізорудного та Кременчуцького уранового родовищ.** Картування сумарних амплітуд новітніх рухів земної кори отримало широкий розвиток з 1960-х років. За цей час для території України побудована серія неотектонічних карт, авторами яких є В. Г. Бондарчук, П. К. Заморій, І. А. Соколовський, М. Г. Волков, Г. М. Білінкіс, О. М. Маринич, І. Д. Гофштейн, М. І. Николаєв, Л. П. Полканова, С. К. Горелов, В. П. Палієнко, С. С. Бистревська, Б. О. Николаєнко, В. Г. Верховцев, О. К. Карабанов, С. І. Проходський і ін.

Однак більшість цих карт охоплюють неотектонічний етап в цілому, без поділу його на складові часові проміжки (принаймні на регіональному рівні такі побудови виконували рідко).

Наше завдання полягало у картуванні й детальному вивченні заключної четвертинної стадії (підетапу) неотектонічного етапу.

Встановлення сумарних амплітуд рухів земної кори є однією з найважливіших частин (поряд з виявленням лінементів і кільцевих геоструктур) будь-яких неотектонічних досліджень, якій часто не приділяють належної уваги.

На жаль, наявні методи, методичні прийоми та технічна оснащеність робіт в більшості випадків дають змогу достовірно визначати під час регіональних досліджень кількісні характеристики тільки вертикальних неотектонічних рухів земної поверхні, обмежуючись оцінкою горизонтальних переміщень переважно на якісному рівні.

Більшість раніш побудованих для території України неотектонічних карт ґрунтується на аналізі сучасного висотного положення і потужності морських акумулятивних відкладів, палеобатиметричних даних з поправками на денудацію и надлишкову акумуляцію.

Інший принцип покладений в основу використаного нами морфометричного методу В. П. Філософова (з нашими доробками і доповненнями). На наш погляд, це дало змогу уникнути низки допущень, без яких неможливо було обійтись під час складання раніш побудованих карт і які могли призвести до часткового викривлення значень сумарних амплітуд (анітрохи не применшуючи достоїнств інших методів і результатів виконаних за ними досліджень, автори вважають, що вони суттєво доповнюють один одного і їх слід використовувати комплексно). Метод полягає у графічному розкладанні висот рельє-



**Т а б л и ц я 2. Основні відомості про активні на новітньому етапі розвитку кільцеві структури**

Номер на рис. 1	Розміри (діаметр), м	Вираженість на картах						Розрахункова глибина залягання, м	Взаємовідношення з лінійними структурами	Структурно-геологічна інтерпретація
		Базисна 2-го порядку	Вершина 2-го порядку	Базисна 4-го порядку	Вершина 4-го порядку	Сумарні амплітуди	Морфографічні дані			
<b>Успадковані кільцеві мікроструктури</b>										
1	576×1098	++	++	++	++	+↑1,0—3,0		278×549	В—5	ПБ + СОЧ
2	1040×1104	++	++	++	++	+↑1,0—1,5		520×552	В—5; ВП—5, 8	ПБ + СОЧ
3	1010×1080	++	++	++	++	1,5		505×540	В—1, 2	ПБ + СОЧ
4	1370×1800	++	++	++	++	1,0		685×900	О—3, 4	ПБ + СОЧ
5	378×678	++	++	++	++	+↑0,5—1,5		189×339	—	ПБ + СОЧ
6	400×650	++	++	++	++	+↑1,0—2,5		200×325	ВП—1, 5; О—2	ПБ + СОЧ
7	440×508	++	++	++	++	0,5—1,0		220×254	В—3; О—2, 5; ВП—2, 5;	ПБ + СОЧ
8	444×518	++	++	++	++	1,0—1,5		222×259	О—1	ПБ + СОЧ
9	848×1012	++	++	++	++	0,5		424×506	В—1; О—2, 6	ПБ + СОЧ
10	532×654	++	++	++	++	0—0,5		266×327	В—2, 3; О—1	ПБ + СОЧ
11	608×758	++	++	++	++	0,5		304×379	В—8; О—3	ПБ + СОЧ
12	684×964	++	++	++	++	1,0		342×482	В—5; О—4	ПБ + СОЧ
14	694×750	++	++	++	++	+↑0,5—1		347×375	ВП—1, 6	ПБ + СОЧ
15	958×1052	++	++	++	++	+↑0,5—1	+	479×526	В—4; ВП—2, 3, 4, 6	ПБ + СОЧ
16	774×1188	++	++	++	++	+↑1—1,5		387×594	О—4, 6, 7, 8;	ПБ + СОЧ
17	658×825	++	++	++	++	+↑0—1		329×412,5	ВП—2, 4, 7	ПБ + СОЧ
18	890×1294	++	++	++	++	+↑0,5—1,5		445×647	В—7; О—1	ПБ + СОЧ
20	826×882	++	++	++	++	+↑0—1		413×441	О—7	ПБ + СОЧ
21	1032×1048	++	++	++	++	0—1,0		516×524	В—7	ПБ + СОЧ
<b>Неуспадковані кільцеві мікроструктури</b>										
19	690×796	++	++	+	++	+↑0,5—1,5		345×398	О—2, 4, 7	ПБ + СОЧ
<b>Проміжні кільцеві структури</b>										
13	736×828	++	++	—	+	1,0		368×414	В—4; ВП—4, 8	ПБ + СОЧ

*Примітки:* «++» — повне, «+» — фрагментарне (нечітке) відображення КС в проаналізованих показниках; «—» — структура не відображується у відповідних показниках; ↑ — збіг контуру КС з ділянкою поширення підвищених значень ізобаз, цифри біля стрілок у колонці 7 — значення ізобаз (в м), у просторовому розміщенні яких відображується КС; О — КС оковтує лінійними зонами, ВП — КС розташована у вузлі перетину лінійних зон, В — КС знаходиться в зоні безпосереднього впливу ЛЗ; цифри біля літер у колонці 10 — номери ЛЗ на карті; ПБ — відносно підведений ізометричний мікроблок; СОЧ — структура осадового чохла.

фу на базисні, залишкові, вершинні й ерозійні поверхні відповідно до порядків долин і вододільних ліній, а також у виконанні подальших математичних дій з цими поверхнями за правилами гірської геометрії [Філософов, 1975].

Ми побудували карту різниці між вершиною і базисною поверхнями 4-го порядку.

Якщо карти базисних, вершинних поверхонь належать до статичних (по цих картах

можна вивчати статичні зв'язки, що існують між морфометричними поверхнями рельєфу і тектонічними структурами, без урахування їх розвитку), то карти різницевої поверхні належать до динамічних (з їх допомогою рельєф можна вивчати в процесі розвитку, а також установлювати зв'язки рельєфу з рухами земної кори та іншими процесами його розвитку).

Для одержання амплітуди коливання висот

рельєфу необхідно віднімати графічним способом з вершинної поверхні найвищого порядку базисну поверхню відповідного порядку. Різниця між ними, включаючи величину некомпенсованих рухів земної кори, приблизно відповідає тим величині новітніх рухів [Філософов, 1975].

Слід тільки пам'ятати, що різниця між базисними і вершинними поверхнями є сумарним алгебричним результатом позитивних і негативних вертикальних рухів земної кори, а також схилової і руслової акумуляції, схилової і руслової ерозії.

При інтерпретації побудованої карти враховані дані щодо віку долин и вододільних просторів, потужності неогенових і четвертинних відкладів. У результаті була складена карта сумарних амплітуд четвертинних вертикальних рухів земної кори, яка є невід'ємною складовою частиною карти новітньої тектоніки (див. рис. 1).

Проведене нами розкладання неотектонічного етапу на коротші часові інтервали має важливе значення, тому що дає змогу визначити час реалізації основного обсягу вертикальних переміщень і прослідкувати взаємозв'язок між неотектонічними, новітніми і сучасними рухами.

Аналіз складеної карти сумарних амплітуд четвертинних вертикальних рухів земної поверхні показує, що останні в межах досліджуваної території мають досить чітко диференційований за площею характер прояву і незначну інтенсивність: значення сумарних амплітуд змінюються від 0,5 до 3 м. При цьому найзагальніші закономірності площового поширення сумарних амплітуд пов'язані з контурами відомих порівняно великих структурних одиниць, а деталі підкреслюють розломно-мілкоблокову будову земної кори і значною мірою контролюють розміщення КС.

Викладене вище підтверджує таке.

1. Досить часто фіксується зв'язок підвищених значень ізобаз і замкнених контурів (аномалій) з ЛЗ. Відмічена закономірність встановлена уздовж лінеаментів практично усіх напрямків. Це підтверджує аналіз даних рис. 1 і табл. 1.

2. Упевнено також прослідковується зв'язок між сумарними амплітудами і КС. При цьому у більшості випадків контуру КС відповідає контур підвищених значень сумарних амплітуд четвертинних вертикальних рухів земної поверхні. Зокрема, це слушно стосовно 17 із 19 КС. Дві КС збіглися з ділянками відносно знижених (але все ж позитивних) значень сумарних амплітуд (див. рис. 1, табл. 2).

У разі збігу контуру КС з ділянкою аномально підвищених (дуже рідко відносно знижених) значень ізобаз чітко розрізняють такі варіанти: 1) контуру КС відповідає замкнена аномалія

підвищених (відносно знижених) значень ізобаз (рідше — частина цієї аномалії) або ж останні мають характерний рисунок згущених між собою ізоліній (за високих значень), які підкреслюють форму кільцевого утворення (такий вид взаємозв'язку встановлений для 19 КС, серед яких 17 — успадованих, 1 — неуспадована, 1 — проміжна); 2) контур КС підкреслюється характерною розрідженою (як правило, одна ізолінія з відносно низькими значеннями) конфігурацією ізобаз у вигляді так званих структурних носів (цей вид взаємовідношень встановлений для двох КС).

Детальніше характер цього взаємозв'язку можна дослідити за зіставлення та аналізу наведених статті рис. 1 і табл. 1, 2.

Важливою характеристикою регіонів є загальна просторова картина розподілу сумарних амплітуд новітніх вертикальних рухів земної поверхні (у цьому випадку четвертинних). Мінімальні сумарні амплітуди, до 0,5 м, зафіксовані в центрі і на південному заході досліджуваного району. Не на багато більші їх значення (до +1,0 м) на переважній за розмірами іншій частині Біланівського залізорудного родовища. Трохи більші сумарні амплітуди вертикальних четвертинних рухів встановлено на крайньому півдні (до 1,5 м) та півночі (1,5—2,5 м) регіону. Максимальні з зафіксованих значення сумарних амплітуд становлять +3,0 м (крайній північний захід). У районі Кременчуцького уранового родовища вони трохи перевищують 1,0 м. На більшій частині території значення ізобаз змінюються від +0,5 до +1,0 м (див. рис. 1).

Урахування даних щодо сумарних амплітуд новітніх вертикальних рухів земної поверхні (четвертинних) дуже важливе під час як пошукових робіт на різні корисні копалини, так і оцінки техногенно-екологічної небезпеки регіонів та окремих об'єктів, оскільки вони є складовою частиною своєрідної тріади неотектонічних параметрів (ЛЗ, КС, сумарні амплітуди новітніх рухів), аналіз яких дає змогу доходити висновків щодо відповідної спрямованості.

**Перевірка виконаних неотектонічних побудов (аналіз отриманих даних щодо активності радону).** Публікаціями МКРЗ рекомендовано визначити радононебезпечні зони як пріоритетні у плануванні дій щодо зменшення опромінення в масштабах країни. До таких зон належать ті території, де понад 1 % будівель мають вміст радону в 10 разів вищий від середньонаціонального значення.

З метою координації політики з питань протирадіаційного захисту в рекомендаціях Комісії

Європейського Союзу пропонується стратегія захисту від радону: необхідність великомасштабних досліджень, включаючи вимірювання вмісту радону інтегральними методами; інформування населення про рівні опромінення; неприпустимість застосування індивідуальних граничних доз опромінення, оскільки будь-які значення рівнів радону слід мінімізувати.

Рекомендовано два рівня дій:  $400 \text{ Бк/м}^3$  рівноважної об'ємної активності радону для існуючого житла і  $200 \text{ Бк/м}^3$  для житла, що будується.

У публікації МКРЗ № 103 (2007 р.) рекомендовані рівні дій для житлових приміщень —  $600 \text{ Бк/м}^3$  ЕРОА радону-222 та  $1500 \text{ Бк/м}^3$  — на робочих місцях.

Нашими дослідженнями в межах території зони впливу Кременчуцького родовища урану встановлено середній рівень активності радону  $77 \text{ Бк/м}^3$ , максимальний показник —  $507 \text{ Бк/м}^3$ .

Активність еманції радону вимірювали еманометром РРА-01М-01 «Альфарад» у ґрунті. Результати досліджень показано на рис. 2. За аналізом результатів вимірювань еманцій радону можна виділити умовні зони підвищеної його активності.

За отриманими даними можна спрогнозувати розміщення умовних джерел підвищеної активності, що тяжіють до розломних структур досліджуваної території. Взаємозв'язок розломних структур і виявлених локальних ділянок підвищеної активності радону простежується досить чітко (рис. 3).

Основні результати і висновки, що отримані в процесі вивчення новітньої тектоніки регіону, такі.

1. Виділено структурні об'єкти двох типів — лінеamenti і КС. Перші відбивають лінійні деформації різного рангу — від одиничних тріщин до трансрегіональних розломних зон, другі — об'ємно-площові неоднорідності тектоносфери. Разом вони утворюють неотектонічний план, який значною мірою успадковує давніші. Однак є і розходження щодо кількості як виділених об'єктів, так і їх геометричних параметрів (ЛЗ, як правило, довше і ширше відповідних відомих розломів, а КС мають більший діаметр, ніж об'ємно-площові структури, що їм відповідають на глибині).

2. Виділені вісім ЛЗ утворюють одну домінуючу ( $0 \perp 90^\circ, \pm 20^\circ$  — 6 зон) і одну проміжну ( $40 \text{—} 45^\circ \perp 315 \text{—} 320^\circ$  — 2 зони) системи. Більшість з них належить до розряду регіональних, а частина (за зближеного розміщення) — до трансрегіональних. За насиченістю ЛЗ досліджувана територія істотно не відрізняється від інших регіонів (Дніпровсько-Донецька западина, Волино-Поділля, Український щит, Крим й ін.). Це підтверджує,

що розломно-дрібноблокова будова земної кори є глобальним явищем, а не чимось аномальним. ЛЗ, що входять до одної системи, приблизно сучасні і характеризуються спільним розвитком (парагенезисом). Самі ж системи мають як різний час закладення, так і не збіжні у часовому відношенні періоди активізацій (але час останньої з них вкладається у неотектонічний етап). На підставі комплексного аналізу отриманих результатів і відомих за літературними матеріалами даних щодо віку закладення й активізації розломів передбачається, що ЛЗ системи  $0 \perp 90^\circ$  на неотектонічному етапі зазнали активізації в пізньокімерійський час і на рубежі пліоцен—плейстоцен, а системи  $40 \text{—} 45^\circ \perp 315 \text{—} 320^\circ$  — у плейстоцені. Виділені ЛЗ у морфологічному відношенні розділені на скидо-зсуви, скиди, зсуви і зсуво-насуви.

3. Виявлена 21 КС розділена на 3 морфогенетичні групи: успадковані (19 структур); неуспадковані і проміжні (по одній КС). Усі вони належать до розряду локальних і за латеральними розмірами потрапляють до групи мікроструктур. У цілому їх розміри змінюються від  $378 \times 678$  до  $1370 \times 1800$  м. Виходячи з цього, розрахункова глибина проникнення (закладення) структур коливається в межах від 189 до 900 м. Встановлено три види просторового розміщення КС: груповий, лінійний, одиночний (хаотичний). Для КС, як і для ЛЗ, характерні специфічні риси, що відрізняють їх від виявлених в інших регіонах: повна відсутність КС похованого типу і структур «без коренів»; порівняно велика кількість структур успадкованого типу; і навпаки, відносно мала кількість неуспадкованих і проміжних КС.

4. Виявлені сумарні амплітуди вертикальних рухів земної кори за четвертинний період мають диференційований за площею характер прояву і порівняно дуже невелику інтенсивність — значення сумарних амплітуд коливаються в межах від  $+0,5$  до  $+3,0$  м. При цьому найзагальніші закономірності у просторовому розподілі сумарних амплітуд узгоджуються з контурами порівняно великих структурних одиниць, а деталі підкреслюють розломно-дрібноблокову будову земної кори, контролюючи значною мірою розміщення локальних КС.

5. Установлений чіткий взаємозв'язок між виявленими локальними ділянками підвищеної активності радону та активними на новітньому етапі розвитку розломними структурами. Отримані показники активності еманцій радону не є критичними, проте виміряні рівні слід розглядати як основу для подальших регулярних

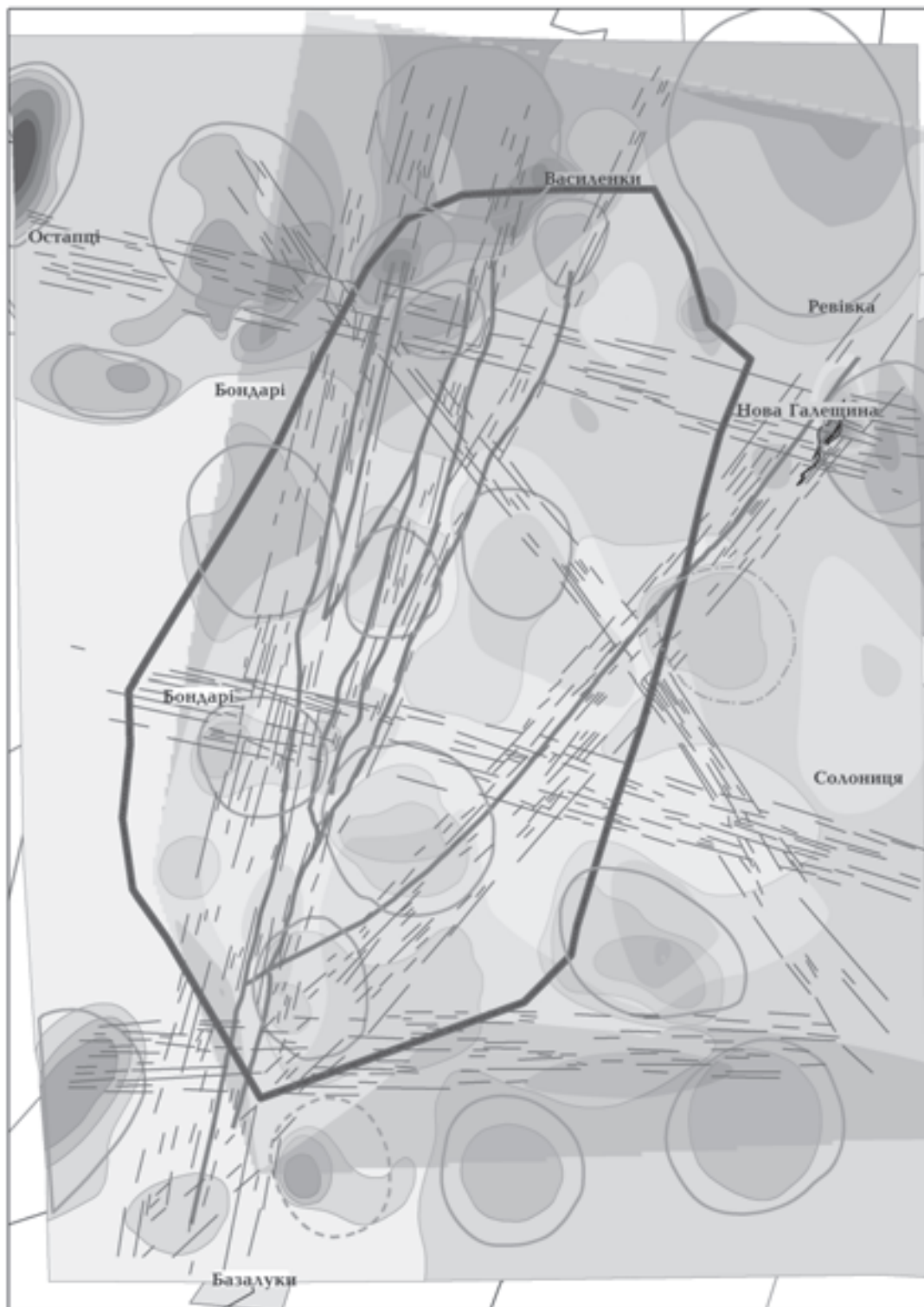


Рис. 3. Активні на четвертинному етапі розвитку розломні структури, асоційовані з зонами підвищеної активності радону.

досліджень (моніторингу). Хоча саме Кременчуцьке родовище знаходиться за межами ліцензійної ділянки Біланівського ГЗК, необхідно враховувати можливий потенційний вплив

уранової мінералізації на радіаційну безпеку прилеглих до нього територій.

У перспективі всі роботи з розробки Біланівського родовища залізистих кварцитів слід

виконувати з повним дотриманням положень «Державних санітарних правил при добуванні, збагачуванні та переробці руд, які містять

техногенно-підсилені джерела природного походження, на підприємствах промисловості рідкісних металів» ДСП 6.6.1.6.2—082—02.

### Список літератури

Верховцев В. Г., Юськів Ю. В. Основні принципи складання карти новітньої тектоніки Українського щита та його схилів масштабу 1:500 000 за морфографічними, морфометричними і аерокосмічними даними: термінологія, методи та методичні прийоми, класифікаційні та інші аспекти дослідження. *Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист*. 2011. Вип. 3. С. 63—76.

Верховцев В. Г., Крамар О. О., Тищенко Ю. Є., Семенюк М. П., Ноженко О. В., Кулібаба В. М., Юськів Ю. В., Власенко В. І., Дмитрієва Т. Ф., Чупринова С. Ф., Студзінська А. О., Тищенко О. Ю., Краснов Є. Б., Гребенок С. М. Звіт про НДР «Вивчення можливого впливу уранової мінералізації Кременчуцького рудопроаяву на формування природного радіаційного фону території Біланівського гірничо-збагачувального комбінату». Київ: Вид.

Ин-ту геохімії навколишнього середовища НАН України, 2013. 198 с.

Лисиченко Г. В., Верховцев В. Г., Тищенко Ю. Є., Коваленко Г. Д., Вітько В. І., Карташов В. В., Сеґеда С. О., Буртняк В. М., Крамар О. О., Нікітіна Н. В., Жолуденко О. О., Ноженко О. В., Швайко В. Г., Кулібаба В. М., Юськів Ю. В., Кузенко С. В., Чупринова С. Ф., Дмитрієва Т. Ф., Полянський В. Д., Власенко В. І., Тищенко О. Ю., Краснова І. Б., Краснов Є. Б., Гребенок С. М. Звіт про НДР «Натурні радіогеоекологічні дослідження та оцінка ризиків, пов'язаних з радіаційною небезпекою при розробці Біланівського залізрудного родовища, Полтавська область» (заключний). Київ: Вид. Ін-ту геохімії навколишнього середовища НАН України, 2012. 225 с.

Философов В. П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. 232 с.

## Neotectonics of the Belanov ore iron and the Kremenchug uranium deposits area

© V. G. Verkhovtsev, O. O. Kramar, Yu. V. Yuskiv, Ye. B. Krasnov, Yu. Ye. Tyshchenko, 2014

The present paper describes results of large-scale (1:10 000) neotectonic mapping of the region made on the basis of morphographic, morphometric and aerospace research methods. Active on the latest stage of development linear and circular structures and total amplitude of the vertical motion in the Quaternary period have been distinguished and characterized. Obtained data were certified by measurements of radon emanation comparison.

**Key words:** neotectonics, up-to-date stage of development, up-to-date geostructure, lineament, lineament system, ring geostructure, total amplitude of Quaternary vertical movements, fault, emanation of radon.

### References

Verhovcev V. G., Jus'kiv Ju. V., 2011. Basic principles of map neotectonic Ukrainian Shield and its slopes on a scale of 1:500 000 morfografichnym, morphometric and aerospace data: terminology, methods and instructional techniques, classification and other aspects of the study. *Tehnogenno-ekologichna bezpeka ta civil'nij zahist* (is. 3), 63—76 (in Ukrainian).

Verhovcev V. G., Kramar O. O., Tishhenko Ju. E., Semenjuk M. P., Nozhenko O. V., Kulibaba V. M., Jus'kiv Ju. V., Vlasenko V. I., Dmitrieva T. F., Chuprinova S. F., Studzins'ka A. O., Tishhenko O. Ju., Krasnov E. B., Grebenok S. M., 2013. Research report «Study of the possible impact of uranium mineralization Kremenchug ore formation of natural background radiation area Belanovsky Mining and Processing Plant». Kyev: Institute of Environmental Geochemistry NAS Publ., 198 p. (in Ukrainian).

Lisichenko G. V., Verhovcev V. G., Tishhenko Ju. E., Kovalenko G. D., Vit'ko V. I., Kartashov V. V., Sege-da S. O., Burtnjak V. M., Kramar O. O., Nikitina N. V., Zholudenko O. O., Nozhenko O. V., Shvajko V. G., Kulibaba V. M., Jus'kiv Ju. V., Kuzenko S. V., Chuprinova S. F., Dmitrieva T. F., Poljans'kij V. D., Vlasenko V. I., Tishhenko O. Ju., Krasnova I. B., Krasnov E. B., Grebenok S. M., 2012. Research report «In situ radiogeoeologicheskie research and assessment of risks associated with radiation hazards in developing Belanovsky iron ore deposit, Poltava region» (final). Kyev: Institute of Environmental Geochemistry NAS Publ., 225 p. (in Ukrainian).

Filosofov V. P., 1975. Basics morphometric method searches tectonic structures. Saratov: Saratov Univ. Publ., 232 p. (in Russian).