

## КОРЕЛЯЦІЯ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ І АЕРОКОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ БУДОВИ ТА РОЗВИТКУ ОРІХОВО-ПАВЛОГРАДСЬКОЇ МІЖБЛОКОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

© О.М. Пономаренко<sup>1</sup>, О.Т. Азімов<sup>2</sup>, Л.С. Осьмачко<sup>1</sup>, В.П. Янченко<sup>1</sup>, 2010

<sup>1</sup>Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна

<sup>2</sup>Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Orekhovo-Pavlograd interblock zone (OPIZ) was formed in few stages of rock dislocation changes when shear deformations fixed by their substance took place in  $P-T$  conditions. Most dislocations of submeridional strike intensively were revealed in the early Proterozoic. They formed the final structural contour of the zone. According to the earth remote sensing lineaments in the OPIZ show contemporary tectonic genesis phases and repeat (renew) the early Pre-Cambrian structural anisotropy. Many of them are timed to the pivotal parts of ancient structures and boundaries between them. These are the Paleoproterozoic viscous fault zones. In general, sutural interblock zones of the Ukrainian shield differ by thick network of submeridional fractures as ancient and modern tectonic genesis phases. Polygonal and close to ringwave deciphered objects surround block-relicts within the marked viscous fault zones. Internal structure of such blocks is ambiguous.

**Keywords:** interblock zone, circular objects, lineaments, structures, banding, linearity, paragenesis, earth remote sensing, space images.

**Вступ.** На сьогодні поміж дослідників Українського щита (УЩ) не існує всесторонньо узгоджених показників, які одноставно могли бути застосованими з метою виділення і обґрунтування шовних (міжблокових) зон УЩ. Однією з причин зазначеного неузгодження, на наш погляд, є те, що геологічні тіла, які формувались у пластичному геологічному середовищі і які визначають як метаморфогенну смугастість, структури розлінзування, в'язкі розломи (тектонічні меланжі) тощо, досі не визнають як деформаційні утворення. Багато дослідників такі тіла фіксують як седиментогенну смугастість, пачки, товщі тощо. Деформаційні ж утворення, що формувались у крихкому середовищі, – різноманітні розриви, тріщини тощо, переважно розглядають як такі, що порушують залягання зазначених геологічних тіл, і це лише загострює ситуацію з їх вивчення. Нами проведено довивчення деформаційних утворень різноманітних реологічних типів у межах Оріхово-Павлоградської міжблокової зони (ОПМЗ) УЩ з метою узгодження доволі суперечливих даних щодо їх співвідношень, а в подальшому – використання результатів дослідження для уточнення будови та стадійності формування шовних зон УЩ.

М.П. Семененко [1] розглядав ОПМЗ як синклінорій, сформований під час саксаганської складчастості (пізньоархейської). “Синклінорій складений серією лускуватих, стиснутих складок довжиною 8–10 км, які являють собою будиначної структури, розірвані по простяганню; вони розміщені серед поля гранітів, що їх мігматизують” [1, с. 51]. За М.П. Семененком, в історії розвитку Саксаганської складчастої системи була низка тек-

тонічних фаз, поділених перервами. На нашу думку, таке бачення формування ОПМЗ, як показано нижче, і на сьогодні найбільш відповідає дійсності.

За даними З.А. Крутиховської [2], досліджувана шовна зона є перехідною структурно-фасціальною зоною від внутрішньгеосинклінальних прогинів до Приазовського протоплатформного мегаблока. Більшість її порід, в першу чергу залізисті кварцити, створюють інтенсивні магнітні аномалії, що дає змогу відділити цю структуру від інших, суміжних з нею. Такі породи, як габро-перидотити, актинолітити, серпентиніти, талько-магнезити та ін. [2], трасують Оріхово-Павлоградський глибинний розлом. Останній обмежує зі сходу Оріхово-Павлоградську структурно-фасціальну зону. Вздовж зазначеного розлому зафіксовані зони мілонітизації, окварцювання, карбонатизації, епідотизації порід тощо, що вказує на зв'язок Оріхово-Павлоградського розлому з глибинними шарами земної кори й на багатофазність його формування. За даними ГСЗ, у зоні розлому спостережено “роздвоєння” поділу Мохо, що є важливим доказом його глибинності [2].

За О.Б. Гінтовим [3], кінематика Павлоградської зони розломів була такою: зона формувалась як правий горизонтальний зсув ( $\sigma_1 - 20/0$ ;  $\sigma_3 - 290/0$ ;  $\sigma_2 - \perp$ ) і активувалась як лівий скидо-зсув ( $\sigma_1 - 275/30$ ;  $\sigma_3 - 35/50$ ;  $\sigma_2 - 155/45$ ). Дослідник фіксував переважно ешелювані сколи, що представлені зонами мілонітів і бластомілонітів. Вік цієї зони розломів О.Б. Гінтов розглядає як неоархейський, оскільки її перетинає і деформує Девладовська зона розломів; по останній в земну кору вкорінювалися неоархейські

гіпербазити. Виділені О.Б. Гінтовим тектоніти найшвидше можна зіставити з деформаційними утвореннями останніх етапів перетворень порід, що зафіксовані нами.

У праці [4] ОПМЗ визначено як колізійний шов зіткнення (після завершення поглинання океанічної літосфери і закриття басейну) наприкінці палеопротерозою активної і пасивної окраїн розрізаних мікроконтинентів. Фрагментами останніх є Приазовський та Середньопридніпровський мегаблоки. Досліджувана нами частина ОПМЗ є лінійною асиметричною синкліналю, що запрокинена на захід; східне її крило ускладнене ізоклінальною складчастістю та поздовжніми порушеннями [4]. Метаморфіти, що виповнюють синкліналь, об'єднані у васильківську та білоскельську товщі; вони латерально мінливі. Породи першої із зазначених товщ формують західне крило структури, вони метаморфізовані в умовах амфіболітової фації. В породах білоскельської товщі (на сході синкліналі) з'являються гранулітові парагенезиси мінералів [4]. Віковий діапазон порід, які відслонюються на ділянці досліджень, охоплює інтервал 3,6–2,0 млрд років, що дещо детальніше буде розглянуто нижче.

За даними [5], шовні зони УЩ, у тому числі ОПМЗ, різко відрізняються формаційним наповненням, а також напруженістю дислокацій та іншими ознаками від одного із суміжних мегаблоків і водночас мають багато спільних рис з іншим, тобто такі зони не є одноранговими з мегаблоками самостійними структурно-формаційними зонами. Зокрема, ОПМЗ займає найзахіднішу частину Приазовського мегаблока та межує із Західноприазовською антикліноною зоною по Корсацькому та Павлоградському глибинним розломам.

Короткий огляд робіт попередників можна резюмувати цитатою: “Орехово-Павлоградская субмеридиональная региональная структура (синклинорий, трог, шовная зона) была выделена почти столетия назад, однако ее истинная геологическая сущность до сих пор остается спорной” [4, с. 3].

Нами безпосередньо проведено роботи в межах ділянки ОПМЗ на р. Вовча, біля с. Васильківка. На ділянці яскраво представлені деформаційні утворення, що здебільшого формувались у високопластичному геологічному середовищі. Їхній речовинний склад – польвошпатові кварцити, тоналіти, тоналіто-гнейси, а також гранат-біотитові гнейси. З метою охоплення дослідженнями всієї шовної зони, а також простеження в її межах розвитку крихкорозломних утворень та їх зіставлення з в'язкорозломними були застосовані дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

**Матеріал досліджень.** Зібраний нами фактичний матеріал засвідчив, що всі різновиди порід (польвошпатові кварцити, тоналітоподібні породи, біотитові гнейси) дослідженої ділянки ОПМЗ

характеризуються наявністю гібридних структурних (структурно-динамометаморфічних) парагенезисів, тобто останні сформовані структурними елементами декількох етапів дислокаційних перетворень. Такі парагенезиси в різних породах близькі за характеристиками.

Безпосередньо для геологічних тіл, речовинний склад яких представлений польвошпатовими кварцитами, зазначений парагенезис виражений таким набором структурних елементів:

- 1) лінзоподібними тілами, які спостерігаються в породі як її розділення на темно-сіру і світло-сіру до рожевої фракції; розміри таких тіл за довгою віссю ( $a$ ) не перевищують 1 м; співвідношення довгої вісі до короткої ( $a : c$ ) досягає 7; вісь  $a$  розміщена субгоризонтально ( $L_1$  – рис. 1,  $a$  і 2), азимут простягання ( $аз_{прост}$ )  $0-340^\circ$ ;
- 2) площинами розсланцювання з азимутами падіння ( $аз_{пад}$ )  $\sim 70^\circ$  під кутом до  $80^\circ$ ; у цих же площинах – субвертикальною лінійністю по біотиту, агрегатах гранату і польвовому шпату ( $L_2, S_2$  рис. 1,  $a$  і 2), також по лінзоподібних тілах різних розмірів, складених перетертою породою;  $a : c$  таких агрегатів сягає 7;
- 3) субвертикальною лінійністю по мусковіту ( $L_3$ , див. рис. 1,  $a$ ) у широтних площинах сланцюватості, останні досить слабо проявлені;
- 4) крихкими тріщинами –  $аз_{пад}$  площин  $\sim 0^\circ, \angle 45^\circ$  ( $S_4$ , див. рис. 1,  $a$ ).

Для тіл складу біотитових гнейсів структурний парагенезис представлено такими елементами:

- 1) лінзоподібні тіла, наявність яких зумовлена розділенням породи на темно-сіру та світло-сіру фракції; розміри таких тіл за віссю  $a$  не перевищують 1 м; відношення  $a : c$  досягає 7;

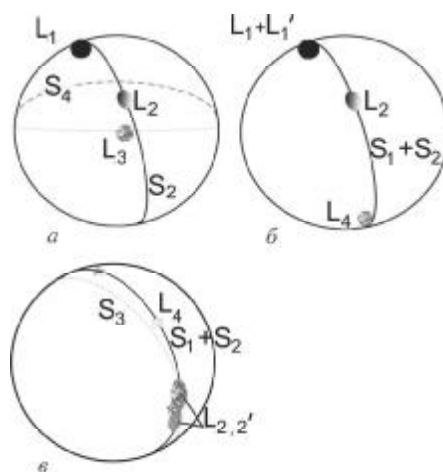


Рис. 1. Орієнтація структурних елементів фрагмента Орехово-Павлоградської міжблокової зони:  $a$  – для геологічних тіл складу польвошпатових кварцитів;  $b$  – для тіл складу біотитових гнейсів;  $c$  – для тіл складу тоналітів, тоналіто-гнейсів. Узагальнені проекції на нижню півсферу: площинних елементів (S) у вигляді півкіл, лінійних (L) – у вигляді кружечків; цифрою в індексі (1–4) позначено номер етапу

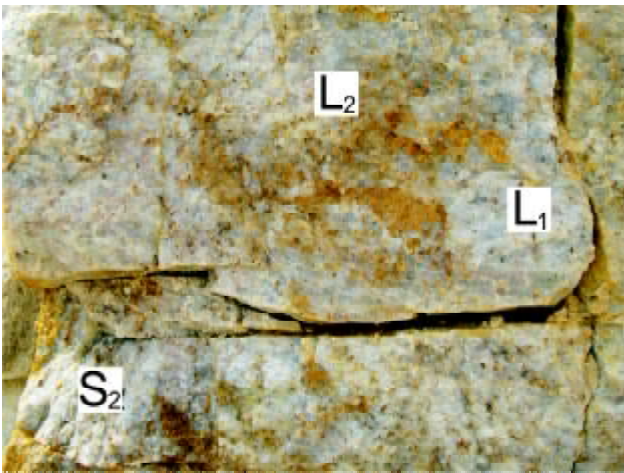


Рис. 2. Польовошпатові кварцити. Зріз вертикальний, праворуч – у площині розсланцювання  $a : b$ , ліворуч – у площині  $b : c$ , поперечній до сланцюватості.  $L_1$  – субгоризонтальна лінійність першої генерації, зумовлена фракціонуванням породи,  $L_2$  – субвертикальна мінеральна лінійність,  $S_2$  – площини сланцюватості в поперечному перерізі (позначки на фото відповідають таким у тексті та на рис. 1)

вісь  $a$  розміщена субгоризонтально ( $L_1$ , див. рис. 1,  $b$  і 3,  $a$ ),  $\alpha_{\text{прост}} 0-340^\circ$ ;

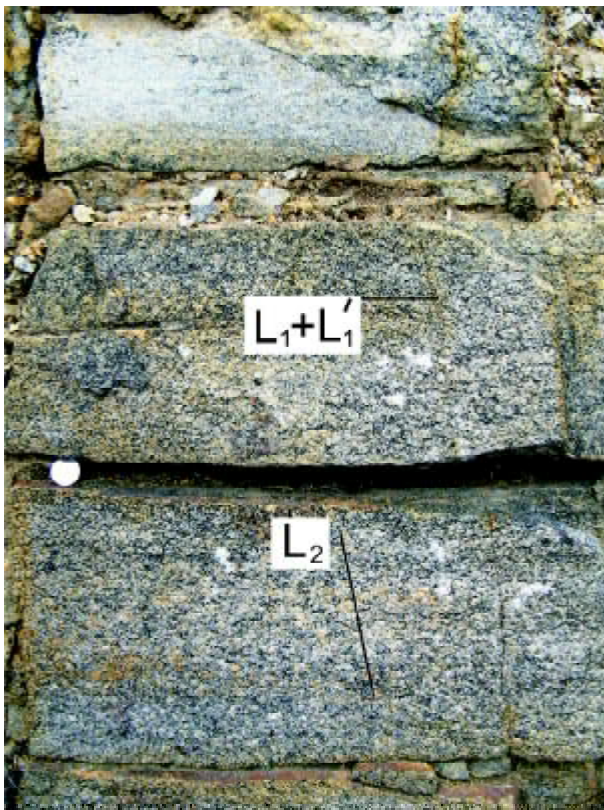
- 2) смугастість,  $\alpha_{\text{пад}} \text{ площин} \sim 70^\circ$ ,  $\angle 80-90^\circ$ ; зумовлена наявністю (появою) кварц-польовошпатового матеріалу ( $S_1$ , рис. 1,  $b$  і 3,  $b$ ); потужність таких смужок не перевищує 1 см;
- 3) площини сланцюватості ( $S_2$ , див. рис. 1,  $b$ ), елементи залягання яких повністю успадковують

напрямки структур попереднього етапу; в цих самих площинах розвинута субвертикальна лінійність по біотиту та агрегатах гранату ( $L_2$  див. рис. 1,  $b$  і 3,  $a$ ), а також субгоризонтальна по біотиту ( $L'_1$ , див. рис. 1,  $b$  і 3,  $a$ ); відносний вік останньої та перших трьох структурних елементів парагенезису гнейсів нами точно не встановлено; за всіма даними, різноорієнтована лінійність найчастіше є різновіковою;

- 4) лінійність субгоризонтальна, зумовлена появою борозенок на площинах попередніх генерацій ( $L_4$ , див. рис. 1,  $b$ ).

Для геологічних тіл, що за складом близькі до тоналітів, структурний парагенезис представлено:

- 1) смугастістю першої генерації ( $-1$ ), яка виражена наявністю в тоналітоподібних породах лінз-смужок потужністю до 1 см гранітоїдного складу;  $\alpha_{\text{пад}} \text{ площин} \text{ смугастості} 60-70^\circ$ ,  $\angle \sim 40-50^\circ$  ( $S_1$ , див. рис. 1,  $b$  і 4,  $a$ );
- 2) структурами мезорозлінзування та будиначу, які виражені сланцюватим матриксом, що за складом близький до тоналіто-гнейсів і вміщує складчато-лінзоподібні тіла складу амфіболітів, а також лінзи тоналітового (на рис. 4 позначені літерою Т) і ендербітового складу; наповнення лінз структурно-текстурно близьке до масивного або ж несе незмінену чи слабозмінену смугастість  $-1$ ; остання також зазнала розлінзування; відношення  $a : c$  різнорідних за складом лінзоподібних тіл-реліктів сягає 5,

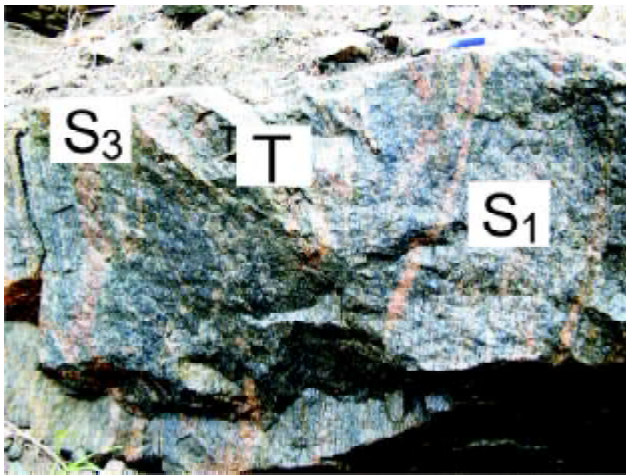


$a$



$b$

Рис. 3. Біотитові гнейси:  $a$  – зріз вертикальний у площині розсланцювання  $a : b$ , добре видно субгоризонтальну лінійність першої генерації ( $L_1$ ), яка зумовлена фракціонуванням породи, а також мінеральну лінійність –  $L_1$  та  $L_2$ ; обидві лінійності позначено лініями;  $b$  – смугастість  $S_1$ ; зріз вертикальний в площині  $b : c$  – поперечній до смугастості



*a*



*б*

Рис. 4. Тоналіто-гнейси: *a* – зріз вертикальний в площині *b:c* – поперечний до смугастості, смугастість першої  $S_1$  і другої  $S_3$  генерацій, в центрі відслонення – лінзоподібне тіло складу тоналіту; *б* – зріз субгоризонтальний, тоналіто-гнейси, інтенсивно розсланцьовані, –  $S_2$ , видно лінзоподібні тіла складу тоналітів – Т

аз<sub>пад</sub> площин сланцюватості (розлінзування)  $\sim 70^\circ$ ,  $\angle \sim 30-40^\circ$  ( $S_2$ , див. рис. 1, *в* і 4, *б*); азимут занурення (аз<sub>зн</sub>) шарнірів складчатих тіл складу амфіболітів дещо змінні –  $333^\circ$ ,  $\angle 3^\circ$ ;  $134^\circ$ ,  $\angle 15^\circ$  (на рис. 1, *в* показані зірочками);

- 3) лінійністю у площинах сланцюватості, що зумовлена борознистістю та односистемною орієнтацією веретеноподібних агрегатів; останні за складом відповідають кварцитам; аз<sub>зн</sub> лінійності за першою  $115-140^\circ$ ,  $\angle 10-20^\circ$ , за другими  $\sim 135^\circ$ ,  $\angle \sim 15^\circ$  ( $L_{2,2}$ , див. рис. 1, *в* і 4, *б*); розміри таких веретеноподібних агрегатів за довгою віссю сягають 20 см, відношення  $a:c$  перевищує 10;
- 4) смугастістю другої генерації, яка зумовлена появою нового гранітоїдного матеріалу у вигляді лінз-смужок різної потужності ( $S_3$ , див. рис. 1, *в* і 4, *а*);
- 5) пізньою лінійністю за штрихами ковзання, аз<sub>зн</sub>  $68^\circ$ ,  $\angle 29$  ( $L_4$ , див. рис. 1, *в* і 4, *б*).

Як нами показано, кожен з різновидів породних тіл ОПМЗ сформований динамометаморфічними мікро- і мезоструктурами декількох генерацій, в середньому – чотирьох, або ж гібридними структурними парагенезисами. Складові таких парагенезисів відрізняються один від одного орієнтацією площинних і лінійних елементів, інтенсивністю процесів їх формування, речовинним наповненням. Зміна розміщення в просторі та часі досліджуваних структур провокувалась зміною деформаційних напрямків у супроводі варіацій  $P-T$  умов геологічного середовища. А власне утворення спостережуваних мезоструктур могло відбуватися лише в рухомому, зсувному геологічному середовищі [6–9 та ін.] або ж в умовах пластичного стану цього середовища. Інакше кажучи, в зазначених умовах такі структури формувались унаслідок переміщення речовини на молекулярному, зерновому чи міжзерновому рівні (залежно від фізичних умов середовища) або ж за

допомогою механізму орієнтованої перекристалізації. Відповідно, речовина цих структур відображає  $P-T$  умови їх формування, а орієнтація підпорядкована напрямкам дії головних напружень: площини динамометаморфічних структур відповідають площинам зсуву, довгі осі – його напрямку; відношення  $a:c$  відображає інтенсивність структурно-метаморфічних перетворень. За даними [10–15 та ін.], ступінь метаморфізму речовини цих дислокаційних утворень досягав гранулітової та амфіболітової фацій.

Часові реperi структурно-речовинних перебудов ранньодокембрійських порід, що описані вище, найімовірніше і зафіксовані в роботах попередників [10–15 та ін.]. Адже ці автори для ОПШЗ описують декілька різновидів цирконів і відповідних їм груп цифр віку в межах: 3,6; 3,4–3,3; 2,8–2,7; 2,0 млрд років. Якщо процеси формування цирконів підпорядковані тим самим явищам, що і формування породоутворювальних мінералів метаморфогенних порід, – деформаційним перетворенням, то можна стверджувати таке. Перша група цифр відображає вік слабозмінених порід складу тоналітів і біотит-гранатових гнейсів; вони формують лінзи-останці – структури першої генерації; друга – фіксує появу смугастості (за речовинним складом це гранітоїди); третя – відображає процеси розсланцювання з формуванням субвертикальної лінійності по біотиту та агрегатах гранату; четверта – відповідає дуже потужним процесам субмеридіонального розсланцювання з субгоризонтальною лінійністю по біотиту та кварцевих агрегатах. При цьому, незважаючи на багатоетапність і різноспрямованість деформаційних процесів у межах ОПШЗ, на спостережуваних рівнях її петроструктурної ієрархії домінує субмеридіональна анізотропія. Адже в умовах зсувних трансформацій останній етап інтенсивних деформацій повністю перебудовує всі раніші структурні плани [6–9 та ін.]. Тому їхні площинні елементи переорієнтуються

(суб)паралельно один одному, а головне – зсувним площинам останнього інтенсивного розсланцювання у субмеридіональному напрямку (~2,0 млрд років тому). В результаті структури з іншою просторовою орієнтацією та давнішого віку перейшли у стан лінзоподібних тіл-реліктів різноманітних розмірів у межах в'язкорозломних зон (у цьому випадку ОПМЗ). Отже, можна стверджувати, що зсувні трансформації і сформували остаточну будову ОПМЗ. Цю структуру можна означити як субвертикальну вторинну монокліналь [7 та ін.], зону інтенсивного меланжу [6 та ін.] або ламінорій [за 9 та ін.].

На досліджуваній ділянці, крім мікро- та мезоструктур, що реалізувались у пластичному геологічному середовищі, відомі подібні структури, які є результатом крихкорозломного структурування. Це переважно крихіткі тріщини, вузькі (потужність перші сантиметри) зонки дробління, катаклазу та мілонізації порід – так звані диз'юнктивні порушення. Вони переважно згідно накладаються на структури раніших етапів, що описані вище, та підсилюють меланжеву будову досліджуваного фрагмента ОПМЗ. У межах таких утворень не зафіксовані будь-які динамометаморфічні зміни порід.

Для досліджень ранньодокембрійських дислокаційних утворень (у межах детальної ділянки), а також вивчення диз'юнктивних порушень та охоплення території всієї ОПМЗ і прилеглих до неї зон нами були задіяні дані ДЗЗ. Опрацьовані космознімки (КЗ) відповідають рамці топографічних аркушів масштабу 1 : 200 000 номенклатурою М-36-XXXVI, М-37-XXXI, L-36-VI, L-36-XII, L-37-I, L-37-VII. Застосовані КЗ являють собою як матеріали багатозональної сканерної (цифрової) зйомки із супутників серії "Landsat" (США), так і SRTM-дані американського космічного апарата (КА) "Shuttle" (SRTM – The Shuttle Radar Topography Mission). Зазначені КЗ були опрацьовані за допомогою ліцензійного програмного продукту ERDAS Imagine. При цьому за базову було прийнято систему координат UTM/WGS 84, зона № 37.

За комп'ютерного перетворення ми домоглися, що в районі ОПМЗ УЩ і прилеглих територій просторове розрізнення SRTM-даних досягло 60 м/піксель. На відповідних зображеннях чітко простежуються геоіндикаційно інформативні гідрографічна та ерозійна мережі, можливо якісно оцінити відносне перевищення у рельєфі поверхні Землі (рис. 5).

Вихідними матеріалами багатозонального знімання з КА "Landsat" були фрагменти мозаїк, синтезованих за чорно-білими зональними, просторово суміщеними зображеннями (просторове розрізнення 30 м/піксель), сканерні знімки у псевдокольорах. Ці синтезовані зображення, от-

римані за суміщенням зображень у середній інфрачервоній (СІЧ-2; 7-й канал, 2,09–2,35 мкм), ближній інфрачервоній (БІЧ; 4-й канал, 0,75–0,90 мкм) і зеленій (2-й канал, 0,520–0,605 мкм) зонах спектра електромагнітних хвиль (ЕМХ), покращують умови візуалізації геоіндикаційно інформативних компонентів ландшафту земної поверхні. Так, на них добре виявляються різні типи ґрунтового і рослинного покривів, підкреслюються гідрографічна мережа і заболочені ділянки, виділяється ерозійна мережа (рис. 6).

У подальшому з метою отримання зональних зображень із синтезованих було здійснено комп'ютерне оброблення останніх, яке по суті є процедурою десинтезування багатозонального КЗ. Унаслідок такого перетворення отримано зображення у 2-му, 4-му і 7-му (рис. 7) каналах. На зображеннях у зеленій зоні спектра ЕМХ добре розпізнаються різні типи ґрунтового і рослинного покривів, у БІЧ-зоні підкреслюються особливості площевої мінливості ґрунтового покриву, у СІЧ (2)-зоні виділяються гідрографічна мережа і заболочені ділянки.

Отже, використані КЗ (рис. 5–7 та інші, що не увійшли до статті) геологічно цілком інформативні, добре відображають основні елементи го-



Рис. 5. Район Оріхово-Павлоградської міжблокової зони і прилеглих територій Українського щита. Фрагмент створеної і комп'ютерно обробленої мозаїки сканерних SRTM-зображень, отриманих з КА "Shuttle". Ропізнаються гідрографічна та ерозійна мережі, якісно оцінюється відносне перевищення у рельєфі земної поверхні

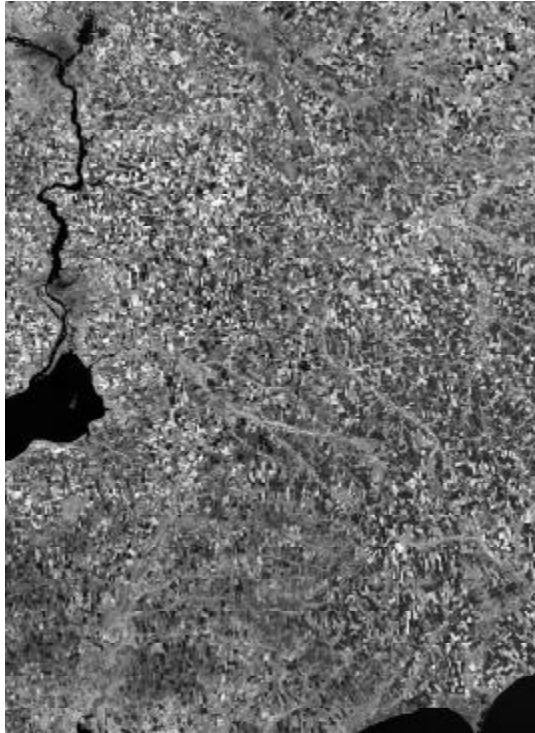


Рис. 6. Район Оріхово-Павлоградської міжблокової зони і прилеглих територій Українського щита. Фрагмент комп'ютерно обробленої мозаїки сканерних багатозональних КЗ Landsat ETM+, отриманих влітку 2000 р. (7-й, СІЧ (2)-канал, 2,09–2,35 мкм). Розпізнаються гідрографічна мережа і заболочені ділянки

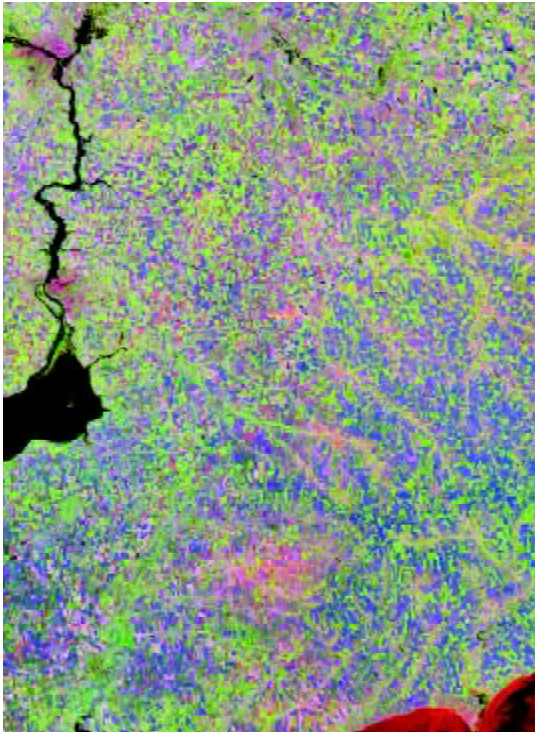


Рис. 7. Район Оріхово-Павлоградської міжблокової зони і прилеглих територій Українського щита. Фрагмент комп'ютерно обробленої мозаїки синтезованих сканерних багатозональних КЗ Landsat TM, отриманих влітку 1990 р. (7-й [2,08–2,35 мкм], 4-й [0,76–0,90 мкм] і 2-й [0,52–0,60 мкм] канали), псевдокольори. Простежуються різні типи ґрунтового і рослинного покривів

ловних компонентів сучасного ландшафту земної поверхні.

За результатами дешифрування КЗ території, що охоплена зазначеними топоаркушами, виділено дві генералізовані просторові групи об'єктів: лінійні (прямолінійні, ламані) – лінеаменти, та площові (полігональні, близькі до кільцевих) (рис. 8). Під час проведення геологічної інтерпретації виділені об'єкти було ранжовано за розмірами (масштабами прояву), контрастністю тону і рисунку дистанційного зображення та ландшафтної структури порівняно з фоном, за насиченістю комплексом геоіндикаторів у ландшафті, а також за збігом з відомими за апіорними геолого-геофізичними даними структурами геологічного субстрату.

Нами встановлено, що ділянки земної кори, які відповідають ОПМЗ, Центральноприазовській синклінорій зоні, осьовій субмеридіональній зоні Середнього Придніпров'я та субширотній Девладовській зоні, характеризуються згущеною мережею лінеаментів. Полігональні або близькі до кільцевих об'єкти, що віддешифровані на КЗ, тут майже відсутні. Серед зазначених міжблокових зон УЩ субмеридіонального простягання з дещо меншою виразністю дешифруються ромбо- та лінзоподібні у плані невеликі блоки. Такі ознаки характерні для зсувних ділянок земної кори. У межах міжблокових зон субширотного простягання із зазначених спостерігається смугастий рисунок дистанційного зображення, зумовлений зміною фототону між окремими ланцюжками лінеаментів. Указані ознаки відомі для зон, де переважають розсувні процеси.

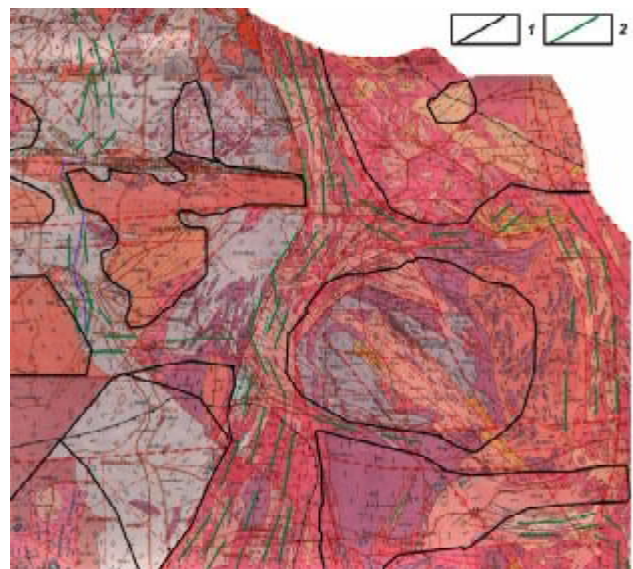


Рис. 8. Зіставлення фрагмента геологічної карти [16] району Оріхово-Павлоградської міжблокової зони і прилеглих територій Українського щита та елементів регіонального структурного дешифрування даних ДЗЗ: 1 – контури кільцевих, дугоподібних, криволінійних і кутастих елементів ландшафту; 2 – лінеаменти. Виділені за даними дешифрування КЗ

Ділянки земної кори, суміжні з вищезазначеними лінійними структурами макромасштабу (Салтичанська антиклінальна зона, східна частина Середньопридніпровського мегаблока), навпаки, розрізняються на КЗ як полігональні об'єкти з підпорядкованою кількістю, місцями до відсутності, лінеаментів. Просторова орієнтація і тих, й інших морфологічних різновидів дешифрованих об'єктів повністю відповідає орієнтації ранньодокембрійських структур. Крім того, як у межах міжблокових зон, так і в блоках УЩ спостерігається нерівномірний розподіл за площею лінеаментів та їх ланцюжків. Зокрема, зафіксовано підвищену їх кількість у межах осевих частин ранньодокембрійських структур макрорівня, в напрямку від осевих до периферійних частин таких об'єктів кількість і щільність лінеаментів поступово спадає; на межах макроструктур щільність лінеаментних утворень знову відносно підвищена.

**Висновки.** Оріхово-Павлоградська міжблокова (шовна) зона УЩ є складним дислокаційним утворенням, що формувалось як мінімум за сім етапів дислокаційних перетворень кристалічних порід. За даними абсолютної геохронології, для порід шовних зон чітко виділено чотири вікові групи цифр у межах 3,6; 3,4–3,3; 2,8–2,7 і 2,0 млрд років [10–15 та ін.], інколи фіксуються утворення віком 1,8–1,7 млрд років, що формувались у  $P-T$  умовах від гранулітової до зеленосланцевої фації метаморфізму. З першими чотирма відзначеними віковими діапазонами ми пов'язуємо схарактеризовані вище мікро- та мезоструктури, що різняться між собою просторовими та речовинними показниками. Дислокаційні перетворення, що відбувались 1,8–1,7 млрд років тому та пізніше, не відображені геохронологічними даними, оскільки ці перетворення вже не супроводжувались інтенсивними динамометаморфічними змінами порід порівняно з ранішими деформаціями. Основною причиною вищезазначених перетворень були неодноразові зсувні процеси зі зміною в часі та просторі деформаційних напрямків і  $P-T$  умов при цьому. Такі зсуви супроводжувались перекристалізацією та диференціацією первинної речовини. Остаточну будову ОПМЗ зумовила субмеридіональна лінеаризація (переорієнтація, зміщення, видовження і перекристалізація різнорангових і різновікових геологічних об'єктів в одному напрямку) 2,0 млрд років тому. Таку будову як ціле можна назвати структурою послідовних неодноразових дислокацій, або тектонічного меланжу.

Лінеаменти та полігональні об'єкти, переважно новітніх фаз тектогенезу, що віддешифровані за даними ДЗЗ, збігаються за напрямками та територіально з докембрійськими структурами спостережених простягань. При цьому ділянки кристалічного фундаменту, які за даними дешифрування КЗ відрізняються кількісним переважанням лінеаментів від полігональних форм, за даними

структурно-геологічних досліджень характеризуються наявністю дислокаційних структур ранньодокембрійського віку однієї генерації або ж їх різким переважанням за інтенсивністю прояву та площинним розвитком порівняно з іншими такими структурами (наприклад, структур палеопротерозойського віку щодо архейського). Такі ділянки УЩ і являють собою шовні зони. Особливістю є те, що лінеаментні утворення використовують як найбільш енергетично вигідні місця і напрямки в межах зон ранньодокембрійських структур – осеві частини цих зон, що маркуються найвищими тектонофаціями, а також межові ділянки між різновіковими зонами. У напрямку від осевих частин до периферій ранньодокембрійських деформаційних зон щільність лінеаментів поступово зменшується.

Ділянки кристалічного фундаменту, які за даними дешифрування КЗ розрізняються кількісним переважанням полігональних форм над лінійними, характеризуються, за структурно-геологічними дослідженнями, наявністю дислокаційних структур ранньодокембрійського віку декількох генерацій (найчастіше від мезоархейського віку до палеопротерозойського). При цьому такі структури добре збережені та, відповідно, мають різну просторову орієнтацію. В цілому вони формують блоки УЩ та блоки-релікти і в межах відносно молодших дислокаційних утворень (в'язкорозломних зон палео- і мезопротерозойського віку). Такі блоки власне і окреслюють полігональні та близькі до кільцевих об'єкти, що дешифровані за КЗ.

Отже, зазначені новітні утворення розвиваються по “рейках” старої, різною мірою знищеної та різновікової, але потужної анізотропії. Навіть можна сказати, що субстрат диктує власний, уже гібридний структурний план, і цим відроджується у формі новітніх, по-різному орієнтованих структур. Кінематична природа новітніх і ранньодокембрійських утворень найчастіше різна, тому залишається під питанням: чи могли новітні фази тектогенезу сприяти дооформленню шовних зон як меланжевих утворень неархейського–палеопротерозойського віку?

1. *Тектоніка* території Української РСР та Молдавської РСР. Поясн. зап. до тектонічної карти Української РСР і Молдавської РСР масштабу 1 : 750 000 / В.Г. Бондарчук, М.П. Семенов, В.Б. Соллогуб і др. – К.: Вид-во АН УРСР, 1959. – 218 с.
2. *Крутиховская З.А.* Глубинное строение и прогнозная оценка Украинской железорудной провинции. – Киев: Наук. думка, 1971. – 206 с.
3. *Гинтов О.Б.* Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. – Киев, 2005. – 568 с.
4. *Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шеремет Е.М. и др.* Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 2005. – 190 с.

5. *Круглов С.С., Арсірій Ю.О., Великанов В.Я. та ін.* Тектонічна карта України. М 1 : 1 000 000. Поясн. зап. ч. 1,2. — К.: Мін-во охорони навколиш. природ. середовища України, Держ. геол. служба, УкрДГРІ, 2007.
6. *Горайнов С.В., Коренев В.В., Аксенов С.В. и др.* Метаморфические и метасоматические комплексы Приазовья и Южного Донбасса. — Харьков, 2009. — 303 с.
7. *Лукієнко О.І., Кравченко Д.В., Сухорада А.В.* Дислокаційна тектоніка та тектонофації докембрію Українського щита. — К.: ВПЦ “Київ. ун-т”, 2008. — 280 с.
8. *Паталаха Е.И.* Механизм возникновения структур течения в зонах смятия. — Алма-Ата: Наука, 1970. — 215 с.
9. *Паталаха Е.И., Лукієнко А.И., Гончар В.В.* Тектонические потоки как основа понимания геологических структур. — Киев, 1995. — 159 с.
10. *Артеменко Г.В., Демедюк В.В., Бартницький Е.Н. и др.* 3400 млн лет — минимальный возраст тоналитов Васильковского участка Орехово-Павлоградской зоны // Геол. журн. — 2002. — № 2. — С. 88–95.
11. *Демедюк В.В., Артеменко Г.В., Довбуш Т.И.* Возраст и стратиграфическое положение кварцитов грубобитумической толщи Орехово-Павлоградской зоны // Минерал. журн. — 2002. — 24, № 5/6. — С. 45–51.
12. *Лобач-Жученко С.Б., Егорова Ю.С., Юрченко А.В. и др.* Биотит-гранатовые гнейсы — результат структурно-метаморфической переработки древних тоналитов: состав минералов, характеристика и возраст процесса (Васильковский участок Орехово-Павлоградской шовной зоны) // Минерал. журн. — 2009. — № 1. — С. 3–10.
13. *Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н.* Геохронология раннего докембрия Украинского щита (архей). — Киев: Наук. думка, 2005. — 241 с.
14. *Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н.* Геохронология раннего докембрия Украинского щита (протерозой). — Киев: Наук. думка, 2008. — 240 с.
15. *Щербак Н.П., Бибикина Е.В., Лобач-Жученко С.Б. и др.* Палеоархей восточной части Украинского щита по данным U–Pb метода (3,6–3,2 млрд лет) // Минерал. журн. — 2009. — № 3. — С. 3–10.
16. *Щербак Н.П., Ключко В.М., Пастухов В.Г. и др.* Геологическая карта кристаллического основания Украинского щита. М 1 : 500 000. — Киев: Мин-во геологии УССР, 1983. — 9 л.

*Надійшла до редакції 15.03.2010 р.*

*О.М. Пономаренко, О.Т. Азімов, Л.С. Осьмачко, В.П. Янченко*

### **КОРЕЛЯЦІЯ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ І АЕРОКОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З МЕТОЮ УТОЧНЕННЯ БУДОВИ ТА РОЗВИТКУ ОРІХОВО-ПАВЛОГРАДСЬКОЇ МІЖБЛОКОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА**

Оріхово-Павлоградська міжблокова зона (ОПМЗ) формувалась за декілька етапів дислокаційних перетворень порід під час зсувних деформацій в *P–T* умовах, що зафіксовані їхньою речовиною. Найінтенсивніше були проявлені ранньопротерозойські зсуви субмеридіонального простягання, які і сформували остаточний структурний рисунок зони. Лінеamenti, що дешифровані за даними дистанційного зондування Землі, у межах ОПМЗ фіксують не лише ділянки прояву новітніх фаз тектогенезу, а й повторюють (якоюсь мірою відроджують) ранньодокембрійську структурну анізотропію. Максимальна кількість лінеamentів приурочена до осевих частин давніх структур і меж між ними. Переважно це палеопротерозойські в'язкорозломні зони. В цілому ж шовні зони відносно мегаблоків Українського щита виділяються ущільненою сіткою субмеридіональних розломів як давніх, так і новітніх фаз тектогенезу. Полігональні та близькі до кільцевих дешифровані об'єкти окреслюють блоки-релікти в межах зазначених в'язкорозломних зон. Внутрішня будова таких блоків є гібридною.

**Ключові слова:** Міжблокова зона, кільцеві об'єкти, лінеamenti, структури, смугастість, лінійність, парагенезис, дистанційне зондування Землі, космоснімки.

*А.Н. Пономаренко, А.Т. Азімов, Л.С. Осьмачко, В.П. Янченко*

### **КОРЕЛЯЦИЯ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЮ УТОЧНЕНИЯ СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКОЙ МЕЖБЛОКОВОЙ ЗОНЫ УКРАИНСКОГО ЩИТА**

Орехово-Павлоградская межблоковая зона (ОПМЗ) формировалась в несколько этапов дислокационных преобразований пород при сдвиговых деформациях в *P–T* условиях, фиксированных их веществом. Наиболее интенсивными были раннепротерозойские сдвиги субмеридионального простирания, которые и сформировали окончательный структурный рисунок зоны. Линейности, дешифрованные по данным дистанционного зондирования Земли, в пределах ОПМЗ фиксируют не только участки проявления современных фаз тектогенеза, но и повторяют (в какой-то мере возрождают) раннедокембрийскую структурную анизотропию. Максимальное количество линейностей приурочено к осевым частям древних структур и границам между ними. Это, главным образом, палеопротерозойские вязкоразломные зоны. В целом шовные зоны относительно мегаблоков Украинского щита отличаются сгущенной сетью субмеридиональных разломов как древних, так и современных фаз тектогенеза. Полигональные и близкие к кольцевым дешифрованные объекты оконтуривают блоки-реликты в пределах отмеченных вязкоразломных зон. Внутреннее строение таких блоков гибридное.

**Ключевые слова:** Межблоковая зона, кольцевые объекты, линейности, структуры, полосчатость, линейность, парагенезис, дистанционное зондирование Земли, космоснимки.