

УДК 551.1:551.7(477)

## Будова Оріхово-Павлоградської шовної зони за палеогеографічними та геолого-геофізичними даними

С. М. Єсіпович\*, З. М. Товстюк, О. П. Головащук, О. А. Рибак, О. П. Скопенко, Г. М. Ромашко, І. В. Лазаренко  
ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України", Київ, Україна

Досліджується тектонічна будова Оріхово-Павлоградської міжблокової зони Українського щита. Показано, що вона почала формуватись з часу 3 600 млн. років, на катархей-архейському, овоїдно-кільцевому етапі розвитку континентальної земної кори. На основі комплексного аналізу геолого-геофізичних, морфометричних та аерокосмічних даних показана її внутрішня будова та виділені аномальні об'єкти для подальших досліджень.

**Ключові слова:** овоїдно-кільцевий етап, лінеаментний аналіз, шовна рифтогенна зона, циклічність геологічних процесів, аномалії гравітаційного та магнітного полів, радарна космічна зйомка

© С. М. Єсіпович, З. М. Товстюк, О. П. Головащук, О. А. Рибак, О. П. Скопенко, Г. М. Ромашко, І. В. Лазаренко. 2017

### Вступ

Переважає більшість високодебітних родовищ не тільки вуглеводнів, але більшості родовищ корисних копалин ендегенного (глибинного) генезису зосереджена в ослаблених або рифтових шовних зонах земної кори різного віку та динамічної виразності, що роз'єднують відносно стабільні ділянки земної поверхні та є *зонами підвищеної геодинамічної напруги*. Саме тому такі зони зазвичай окреслені в рельєфі земної поверхні та достатньо чітко фіксуються на космічних знімках [2].

Патріархом наукових основ пошуку родовищ вуглеводнів був М. О. Кудрявцев, який в середині ХХ століття обґрунтував неможливість успішних пошуків нафти та газу відповідно до концепції їх органічного (площинного) опощування. Було звернуто увагу на необхідність пошуку шляхів виходу на поверхню глибинних флюїдів по лініях розриву та зміщення геологічних порід. І. І. Чебаненко, досліджуючи лінії розриву Українського щита (УЩ), ввів поняття об'ємності, як "зони розлому" з різною шириною (від 0,3 до 8 км). Він також прийшов до висновків, що *існує єдиний механізм формування родовищ корисних копалин в земній корі* саме під час вторгнення в неї мантійної речовини по зонах глибинних розломів. В. К. Гавриш в бортових частинах Дніпровсько-Донецької западини виділив "розломопари" до 10 км завширшки.

Комплекс методів прогнозу об'єктів корисних копалин будь-якої території базується на реальній моделі зв'язку певних компонентів ландшафту, особливостей геофізичних полів Землі та аерокосмічних даних, які комплексно переобробляються та переосмислюються з метою створення принципово нової геодинамічної схеми тектоніки регіону та

історії його геологічного розвитку. Першочергова увага приділяється міжблоковим шовним рифтогенним зонам (ШРЗ) і визначається їх геодинамічна активність. Виділені ШРЗ і стають регіональним об'єктом пошуку родовищ корисних копалин (КК). Тільки в цій, визначеній зоні пошуку можна сподіватися на відкриття родовищ КК, тип та якість яких залежить від віку та геодинамічної виразності самої ШРЗ. В межах регіонального об'єкту ШРЗ проводяться пошукові та детальні аерокосмогеологічні роботи за методом суперпозиції (накладання-співставлення) аномальних зон, виділених різними методами. Обґрунтовується положення суперпозиційної аномалії на поверхні, яка може свідчити про існування покладу КК на глибині.

### Область досліджень та задачі

Область досліджень розміщена уздовж течії ріки Молочна, в межах Оріхово-Павлоградського геосинклінального трога, який виділяється більшістю дослідників УЩ, хоча геологічна трактовка його, розміри та історія розвитку надаються по-різному. Субмеридіональні зони УЩ — Одесько-Ядлівська, Криворізько-Кременчуцька та Оріхово-Павлоградська вважаються ранньопротерозойськими необерненими прогинами, чітко вираженими по поверхні Мохо. Саме тому в роботі [6] зазначається, що розломи субмеридіонального напрямку "січуть" розломи ортогональної і діагональної систем та утворювані ними блоки, отже вони можуть бути більш пізнього закладання. Досліджуючи детально це питання, професор Дніпропетровського гірничого інституту (ДГІ) Григорій Якович Галіздра ще в 70-ті роки минулого століття прийшов до протилежного висновку. Він відзначав, що характерною особливістю розломних зон субмеридіонального простягання є специфічне кулісоподібне розміщення

\* Тел.+380 44 486 84 21

локальних структур уздовж цих зон. А менша витривалість самих зон свідчить про можливе використання в момент закладання вже існуючих ослаблених ділянок, які є фрагментами попередніх систем розломів. Специфічні накладені протерозойські структури, утворені породами криворізької серії саме просторово та генетично пов'язані з Криворізько-Кременчуцькою та Оріхово-Павлоградською зонами розломів. Цікавий приклад із практики, в одній із своїх лекцій студентам-геофізикам РФ-68, навів доцент ДГІ О. П. Каршенбаум. На одній з ділянок Криворіжжя дві свердловини дали хорошу продукцію пошукової сировини. У нього спитали, де бурити третю? Геофізичних даних в зоні, що розбурювалася, було недостатньо. Оскільки тоді домінували засади розломно-блокової (переважно прямолінійної) тектоніки, О. П. Каршенбаум з'єднав свердловини прямою лінією і показав місце буріння рівно посередині. Саме там і була пробурена ще одна успішна свердловина.

— Я був дуже гордий за успіх, — говорив на лекції Олександр Павлович, а потім, зробивши велику паузу і насолодившись нашим захватом, лектор заключив, що подальше розбурювання прямої лінії дало негативні результати — виявили серію зчленованих дугових систем розломів. В роботі [2] підкреслюється важливість думки О. Б. Гінтова, що мобільні кільця його тектоноконцентрів, можуть використовуватися більш пізніми системами розломів, як області вже ослабленої земної кори. Сьогодні це підтверджується в роботі [4], де обґрунтовується овоїдно-кільцева структура УЩ.

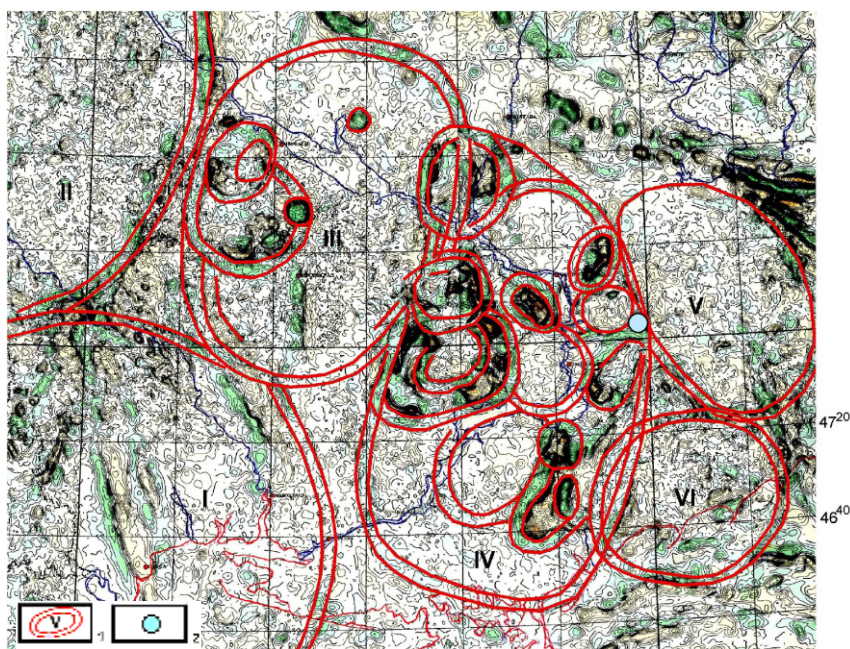
Основним завданням досліджень є побудова схе-

ми тектоніки Оріхово-Павлоградської міжблокової зони та виділення в ній можливих аномальних об'єктів на даному етапі.

### Методологія досліджень та результати

За нашими уявленнями [4], Оріхово-Павлоградська зона — це, по-суті, зона зчленування мобільних кілець двох тектоноконцентрів (ТКЦ), які перекриваються між собою — Придніпровського та Західно-Приазовського (рис. 1), причому, зона ріки Молочна розміщена саме в межах мобільного кільцевого об'ємлення Західно-Приазовського ТКЦ (рис. 2).

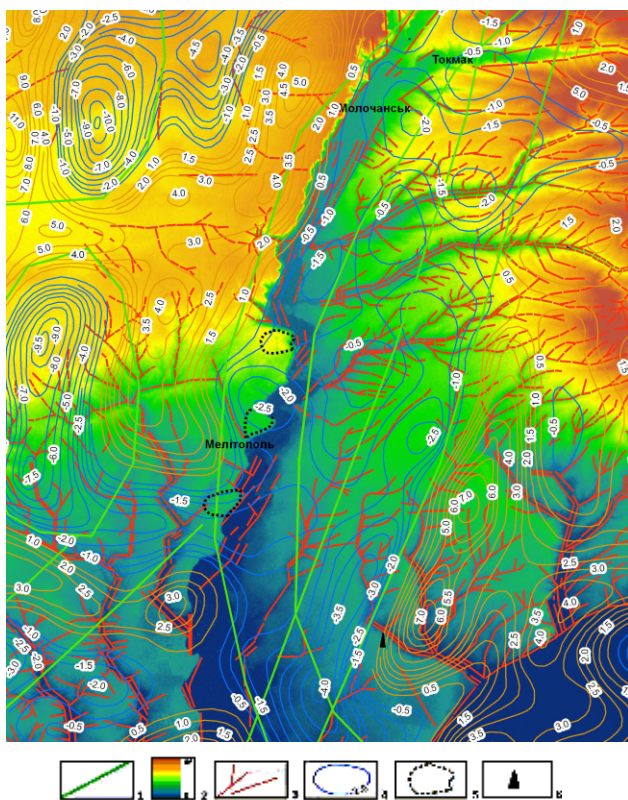
Колектив дослідників (О. М. Пономаренко та інші, 2010 р.), вивчаючи ділянку Оріхово-Павлоградської міжблокової зони УЩ біля с. Васильківки на річці Вовча (див. рис. 1), прийшли до висновків, що деформаційні утворення здебільшого формувались у високопластичному геологічному середовищі, а ступінь їх метаморфізму досягав гранулітової та амфіболітової фацій. Автори зазначають, що раніше були описані декілька різновидів цирконів та відповідно їм групи інтервалів віку в межах: 3.6 млрд. років — кінець Катархею; 3.4–3.3 млрд. років — ранній архей; 2.8–2.7 млрд. років — пізній архей та 2.0 млрд. років — середній протерозой, а самі вони зафіксували утворення віком 1.8–1.7 млрд. років, які формувались в термобаричних умовах від гранулітової до зеленосланцевої фацій метаморфізму. З першими чотирма віковими групами в роботі [7] пов'язують мікро та мезоструктури, які різняться між собою просторовими та речовинними показниками. А більш пізні дислокаційні перетворення в інтер-



**Рис.1.** Тектоноконцентри України на фоні аномального гравітаційного поля.

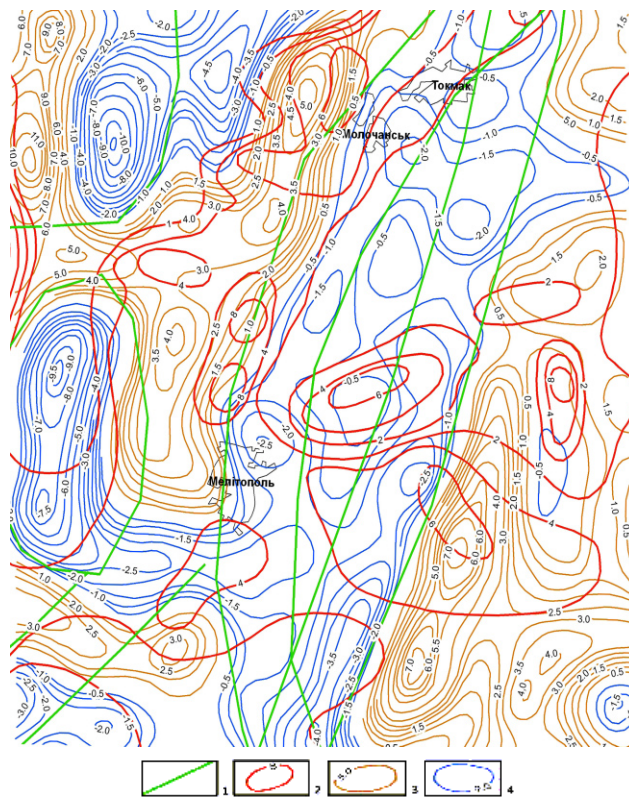
1 — тектоноконцентри: I — Південноукраїнський, II — Північноукраїнський, III — Криворізький, IV — Придніпровський, V — Лозова-тинський, VI — Західно-Приазовський, 2 — район польових досліджень [7]





**Рис. 2.** Зчленування ТКЦ Придніпровського та Західно-Приазовського на фоні SRTM, негативного гравітаційного поля та даних лінеamentного аналізу.

1 – ТКЦ; 2 – ступінь вертикального розчленування в.м; 3 – лінеamenti; 4 – ізолінії аномалій негативного гравітаційного поля; 5 – “закріплені” піски, 6 – Приазовське газове родовище



**Рис. 3.** Зона зчленування ТКЦ Придніпровського та Західно-Приазовського на фоні аномальних гравітаційного та магнітного полів.

1 – ТКЦ; 2 – ізолінії аномалій магнітного позитивного поля; 3 – ізолінії аномалій гравітаційного додатного поля; 4 – ізолінії аномалій гравітаційного негативного поля

валі часу 1.8–1.7 млрд. років вже не супроводжувалися інтенсивними динамометаморфічними змінами порід, порівняно з попередніми деформаціями.

Якщо перший віковий рубіж в 3.6 млрд. років характеризує перехід від режиму переважного розширення до переважного стиснення одного глобального галактичного циклу (ГЦ), то інші чотири — виключно режими розширення геологічних циклів різних рангів, які панували в земній корі того часу [2].

В роботі [2] обґрунтовано розвиток поверхні планети та виділено етап формування континентів — овоїдно-кільцевий в часовому відрізку 4818–2554 млн. років. В подальшому йшло нарощування та цементация континентальних масивів необерними прогинами протягом 4-х глобальних Галактичних циклів протерозою та епіпротерозою (2554–743 млн. років).

По суті ми розглядаємо область перекриття мобільних кілець ТКЦ Придніпровського та Західно-Приазовського (див. рис. 1). Це принципово нова тектонічна трактовка Оріхово-Павлоградської зони, яка не продовжується на південь далі узбережжя Азовського моря (устя Молочного лиману). Південні частини мобільних кілець зазначених ТКЦ продовжуються в бік Перекопу та Північно-Азовського прогину, органічно вписуючись в морфоло-

гію рельєфу — річок, лиманів, кіс. Після області зчленування вище 46° 40' пв. ш. Оріхово-Павлоградська зона продовжується на північ мобільними кільцями Придніпровського та Західно-Приазовського ТКЦ до широти 47° 20', а далі з вигином на захід по зоні зчленування ТКЦ Придніпровського та Лозватинського. Саме тут знаходиться ділянка, де працювали автори роботи [7]. А в зоні зчленування Лозватинського та Західно-Приазовського ТКЦ розміщується Конксько-Ялинська западина, яка була активована на Альпійському етапі розвитку, про що свідчать осадові утворення від ранньої крейди включно. Продовжувати Оріхово-Павлоградську зону далі на північ в межі Воронезького кристалічного масиву та на південь, в акваторію Азовського моря, на наш погляд, немає ні геологічних, ні геофізичних підстав.

Самі зони мобільних кілець ТКЦ України мають ширину 10–12 км та маркуються переважно негативними гравітаційними аномаліями (рис. 3). В нашому випадку зона зчленування мобільних кілець ТКЦ Придніпровського та Західно-Приазовського маркується саме негативним гравітаційним полем, яке затиснуте між позитивними гравітаційними аномаліями зовнішніх кордонів мобільних кілець.

Дуже цікаво, що зовнішня західна межа Західно-

Приазовського ТКЦ окрім позитивної гравітаційної аномалії, впевнено маркується ще й позитивною магнітною, чого ми не бачимо на сході (див. рис.3). В принципі це може свідчити, що Західно-Приазовський ТКЦ вже був сформований на той час, коли почав формуватись Придніпровський ТКЦ. До його зовнішньої зони (в межах нижньої частини області зчленування) тяжіє Приазовське газове родовище (див. рис.2), підтверджуючи активність її на сучасному етапі. Така геолого-тектонічна модель даного сегменту Оріхово-Павлоградської зони повною мірою підтверджується аналізом геофізичних полів, морфометрією території та аерокосмічними даними.

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок, що ріка Молочна, протікаючи в межах мобільного кільця Західно-Приазовського ТКЦ, своїм крутим вигином на схід, північніше Мелітополя, омиває аномальну зону земної поверхні, яка чітко простежується за даними лінеamentного аналізу та радарної космічної зйомки SRTM (див. рис. 2). В ній можна виділити з півночі на південь три аномальні об'єкти — два північніше Мелітополя та один південніше. Всі три характеризуються крутими вигинами р. Молочної на схід, яка немовби обтікає якісь перешкоди та зафіксовані аномальні місця розвитку “закріплених пісків”. За нашими припущеннями, ріка могла оми-

нати або вже існуючий останець земної поверхні у вигляді жорсткого узвишся, або активну геодинамічну зону, яка піднімалася.

Детально розглянемо перший, самий північний об'єкт аномальної зони, розміщений в межах сіл Терпіння та Мирного (рис. 4).

Поблизу с. Терпіння, на східній околиці с. Мирне знаходиться Кам'яна Могила (КМ) — стоянка епохи пізнього палеоліту (46° 59' 02" пн. ш.; 35° 26' 28" сх. д.). Після відкриття гроту Колдуна, печери Кози та Бізона з рисунками плейстоценової фауни (мамонти, птахи, змії, бізони, носороги, олені тощо) та при наявності радіовуглецевого датування встановили, що петрогліфи палеоліту охоплюють час від XXIV–XXII тисячоліття до н. е. по X–XII століття. Молочанські пісковики з наскельними написами КМ мають наукове значення всесвітнього рівня, являючись по суті слідами перетинання різних історичних епох та відображаючи історію Великого Степу від Карпат до Алтаю — колиски сучасної цивілізації.

Але й самі колосальні хаотичні нагромадження пісковикових брил далеко не ординарне явище, аналогі якого в неогенових товщах порід України невідомі і належного тлумачення подібному скупченню брил не існує [1]. На площі в 3 га зосередже-

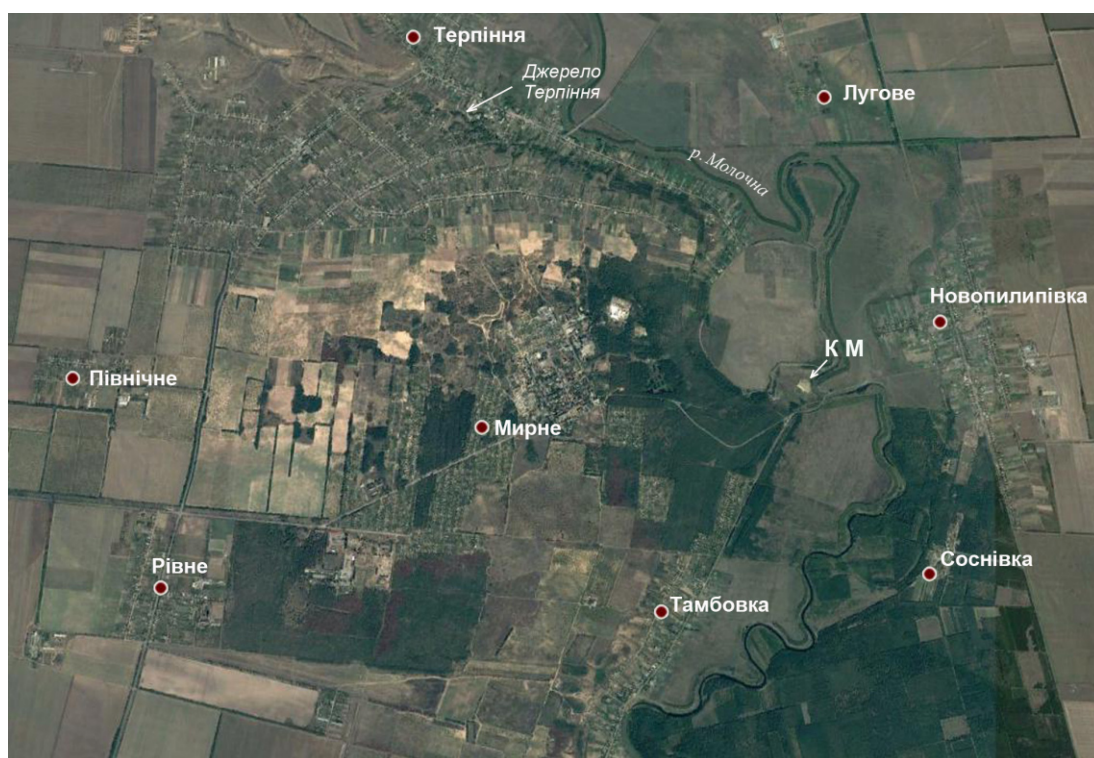


Рис. 4. Територія на якій знаходиться Кам'яна Могила та джерела



но біля 3-х тисяч плит. Це не безладне їх нагромадження, а правильний кам'яний панцир приблизно овальної форми — 100 × 150 м. Висота КМ біля 13 м — це трохи нижче крутого правого берега долини ріки Молочна, в оголеннях якого зустрічаються тверді пластоподібні тіла невеликої потужності (до одного метра). Отже брили пісковика не могли бути перенесені з іншого місця та якимось чином концентруватись на місці КМ. Вони утворилися аномально в товщі порід, які виповнювали тоді ще неіснуючу долину. З часом м'які сипучі породи розмивалися, а тверді залишалися на місці, утворюючи хаотичне нагромадження. Але як і чому на невеликому просторі утворилися брили міцних пісковиків?

Біоенергетики засвідчують наявність в центрі пагорба енергетичного стовпа з позитивним зарядом. В межах давнього вівтаря на вершині, п'ять каменів мають позитивну енергетику і тільки один — негативну.

Породи, що складають пагорб, представлені пісковиками кварцовими світло- і жовтувато-сірого, жовтуватого і буро-жовтуватого до червоного кольору, середньо-крупнозернистими, міцними до злитих і менш міцними сипкими. В різних районах України часто зустрічаються пісковики новопетрівської світи нижнього-середнього міоцену (14–12 млн. років). В межах Причорноморської западини аналогічна товща пісковиків розглядається як тархан-чокрацька. Але за результатами останніх досліджень не виключено, що їх вік більш молодий понтичний, пізньоміоценовий [5].

Утворення злитих пісковиків можна пояснити метасоматичними процесами тектоно-термальної переробки піску, зосередженого, приміром, в кальдері вулкана або його бокового жерла.

Трохи далі на північ, на цьому ж крутому березі Молочної в селі Терпіння зафіксована серія джерел з потужними дебітами прісної води (див. рис. 4). Вони, знову ж таки, розміщені на аномальному просторі діаметром до сотні метрів. Вода смачна, питна, температура 9°C, дебіти постійно потужні і не залежать від пори року. Джерела упоряджені меценатами — під'їзна дорога, місця набирання води, купальня для всіх бажаючих. Вода збирається в глибокий ставок, обсаджений вербами, а потім стікає в річку. Саме місце вважається святим і його патронує православна церква.

Чи є зв'язок між Кам'яною Могилою та джерелами Терпіння, і якщо є, то який? Локальні місця розміщення джерел Терпіння та КМ немовби притягують до себе річку аномальними її вигинами на захід, хоча в цілому утворюють дугу з півночі на схід уздовж загальної її течії. Дугу можна продовжити на південь та захід через села Рівне та Північне. Утвориться коло з умовним центром в селищі Мирне. Це місце чітко маркується аномалією SRTM та розвитком закріплених пісків (див. рис. 2). Логічно припустити

існування на описаному місці палеовулкану Мирного, діаметром приблизно 12 км, західну межу якого маркують села Північне та Рівне, а східну — вигин ріки Молочна (див. рис. 4). Бокові жерла його на півночі та сході маркуються джерелами Терпіння та Кам'яною могилою. Саме активація їх і може створювати геодинамічний ефект локального “притягування” русла ріки Молочна. Позитивні аномалії біоенергетиків також добре вписуються в модель бокового жерла палеовулкана, активного і на сучасному етапі. Навіть саме розміщення палеовулкану в межах ослабленої зони, повністю відповідає ідеології мобільного, а значить рухомого обрамлення ТКЦ. Два наступні аномальні об'єкти, які знаходяться в цій же зоні вище і нижче м. Мелітополя, тяжіють до таких же лівосторонніх вигинів Молочної та можуть також бути пов'язані з палеовулканами. Перший з них маркується від'ємним гравітаційним аномальним полем — діаметр ізометричної форми приблизно 10–12 км (див. рис. 3) — від'ємну гравітаційну аномалію явно обтікає позитивна, а другий вимальовується по характерній лівосторонній закрутці лінеamentів.

### Обговорення та висновки

Хоча теорія геосинкліналей добре пояснювала утворення гірських систем фанерозою (з часу 743 млн. років), але застосування її до стабільних ділянок земної кори щитів та платформ — призводило до суперечливих висновків. Циклічність геологічних процесів започаткована в роботах Г. Штілле, С. М. Бубнова, Г. П. Леонова, та М. Ф. Балуховського, суттєво розширюючи методи геологічного аналізу і підтверджуючи наявність пульсуючого механізму розвитку земної поверхні, не давала чіткої ієрархії циклів різних рангів та жорсткої фіксації їх в межах геохронологічної шкали. Саме ліквідувавши ці вади циклічності в роботі [3], вдалося обґрунтувати новий геотектонічний елемент — так звані ослаблені міжблокові, або шовні рифтогенні зони (ШРЗ) [5]. Стало зрозуміло, що саме вони реагують на пульсуючий механізм розвитку літосфери планети і в їх межах зосереджена сучасна геодинамічна активність, як результат підйому активних компонентів мантії. Геодинамічна шкала циклічності для фанерозою, жорстко зафіксована в межах геохронологічної шкали, опублікована в роботі [2]. Вона дозволяє описувати історію геологічного розвитку будь якого регіону планети на основі самої загальної геолого-геофізичної інформації і навіть прогнозувати розвиток геологічних комплексів, не підтверджених бурінням.

Комплекс методів прогнозу об'єктів корисних копалин будь-якої території базується на реальній моделі зв'язку певних компонентів ландшафту і особливостей геофізичних полів Землі. Базовими є геолого-геофізичні та аерокосмічні дослідження,

які комплексно переобробляються та переосмислюються з метою створення принципово нової геодинамічної схеми тектоніки регіону та історії його геологічного розвитку, на базі циклічних процесів формування земної кори.

- Побудована принципово нова геолого-тектонічна модель Оріхово-Павлоградської зони. Вона повною мірою підтверджується аналізом геофізичних полів, морфометрією території та аерокосмічними даними. Історія її розвитку, за даними роботи [7], починається з кінця Катархею (3 600 млн. років), на овоїдно-кільцевому етапі формування континентів.
- Активність деяких сегментів мобільних кілець ТКЦ зафіксована і на новітньому етапі і саме вони можуть бути регіональними об'єктами пошуків корисних копалин.
- Пошуковий інтерес на сьогодні являє ланцюжок можливого розвитку палеовулканів на правому березі ріки Молочна та зона мобільного кільця Придніпровського ТКЦ в районі Приазовського родовища газу.
- Запропоновані реальні геологічні моделі формування Кам'яної могили та джерел Терпіння. Взагалі всі відомі аномальні тіла пісковиків, розміщені в долинах, як, наприклад, Тустань (Карпати) можуть бути пов'язані саме з виверженням вулканів, та процесами, які їм супутні — метасоматозом, тектоно-термальною переробкою і т. п.
- При дешифруванні морфометричних та аерокосмічних даних басейнів рік доцільно враховувати, що долини їх, або сегменти долин можуть розвиватись в ослаблених зонах земної кори, де вірогідна присутність палеовулканів.

## Література

1. Геологічні пам'ятки України / За ред. Д. С. Гурського, В. І. Калініна. У 4-х т. — Київ, 2007. — Том. II. — 320 с.
2. Єсіпович С. М. Історія планети Земля — пульсуючий розвиток під дією космічного пресингу [Електронний ресурс]: монографія: С. М. Єсіпович; ДУ Наук. центр аерокосміч. досл. Землі Інст-ту геолог. наук НАН України [Електронний ресурс] — К., 2015.— 190 с. — Інтернет-портал “Research Gat”. Режим доступу: [http://www.researchgate.net/profile/Staniislav\\_Yesypovych/publications](http://www.researchgate.net/profile/Staniislav_Yesypovych/publications). — Назва з екрану. — Дата звернення: 17.01.2017.
3. Єсіпович С. М. История развития планеты Земля — пульсирующее расширение под действием космического прессинга / С. М. Єсіпович. — Одесса: Астропринт, 1998. — 152 с.
4. Єсіпович С. М. Структури овоїдно-кільцевого етапу розвитку земної кори на території України / С. М. Єсіпович // Геология и полезные ископаемые мирового океана. — 2016. — №4. — С.104–108.
5. Єсіпович С. М. Геолого-геофизические и структурно-морфологические характеристики шовных рифтогенных зон / С. М. Єсіпович // Науковий вісник НГУ. — 2003. — №10 — С.38–40.
6. Изучение тектоники докембрия геолого-геофизическими методами. / В. М.Беланов, Г. Я. Голиздра [и др.]. — М.: Недра, 1972. — 260 с.
7. Кореляція структурно-геологічних і аерокосмічних досліджень з метою уточнення будови та розвитку Оріхово-Павлоградської міжблокової зони Українського щита. / О. М. Пономаренко, О. Т. Азімов, Л. С. Осьмачко, В. П. Янченко. // Геоінформатика — 2010. — №4. — С. 69–76.

## СТРОЕНИЕ ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКОЙ ШОВНОЙ ЗОНЫ ПО ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИМ И ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

С. М. Єсіпович, З. М. Товстюк, Е. П. Головащук, Е. А. Рыбак, Е. П. Скопенко, Г. М. Ромашко, И. В. Лазаренко

Исследуется тектоническое строение Орехово-Павлоградской межблоковой зоны Украинского щита. Показано, что она начала формироваться со времени 3600 млн. лет, на Катархей-Архейском, овоидно-кольцевом этапе развития континентальной земной коры. На основании комплексного анализа геолого-геофизических, морфометрических и аэрокосмических данных показано ее внутреннее строение и выделены аномальные объекты для дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** овоидно-кольцевой этап, линементный анализ, шовная рифтогенная зона, цикличность геологических процессов, аномалии гравитационного и магнитного полей, радарная космическая съемка

## THE STRUCTURE OF THE OREKHOVO-PAVLOGRAD SUTURE ZONE BY PALEO GEOGRAPHIC, GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA

S. M. Jesypovych, Z. M. Tovstyuk, E. P. Golovaschuk, E. A. Rybak, E. P. Skopenko, G. M. Romaschko, I. V. Lazarenko

The tectonic structure of the Orekhov-Pavlograd interblock zone of the Ukrainian shield is studied in this paper. This one has emerged since the 3600 million years ago, during the Katarchean/Archaean, ooid-ringed stage of the continental crust evolution. Its internal structure is described and anomalous features for future research are highlighted by comprehensive analysis of geological, geophysical, morphometric and remote sensed data.

**Keywords:** ooid-ringed stage, lineament analysis, seam rift zone, the cyclical geological processes, anomalies in the gravitational and magnetic fields, radar satellite imagery