

УДК 550.83

П. Пігулевський, канд. геол. наук

## ДО ГЕОЛОГІЧНОЇ ПРИРОДИ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ТОМАКІВСЬКОГО ГРАВІТАЦІЙНОГО МАКСИМУМУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук, проф., чл.-кор. НАН України М.А. Якимчуком)

*Виконано аналіз результатів декількох варіантів інтерпретації природи аномалії регіонального Томаківського гравітаційного максимуму. За результатами комплексних геофізичних досліджень у структурі земної кори південно-західної частини максимуму прогнозується гіпобісальний лаколіт мантійного закладення. Передбачуваний загальний розмір лаколіту становить 50 x 70 км. За результатами геогустиного моделювання по гравітаційному полю та 1D інверсії кривих МТЗ лаколіт складений породами основного та ультраосновного складів*

*The analysis of results of several interpretations of the nature of anomaly of a regional Tomakovsky gravitational maximum is made. By results of last complex geophysical researches in structure of earth crust, hypabyssal laccolith of the mantle location in a southwest part of a maximum it is predicted. The prospective total size of a laccolith is from 50 to 70 km. By results of density modelling on a gravitational field and 1D inversion of curves MTS (magnetotelluric sounding) it is presented by basic and ultrabasic rocks*

**Вступ.** Регіональний Томаківський (Запорізький) гравітаційний максимум (ТГМ) розташований майже в центральній частині Середньопридніпровського мегаблоку (СПМ) Українського щита (УЩ) (рис. 1). ТГМ займає площу біля 1,5–2 тис. км<sup>2</sup> і його часто ототожнюють із Запорізьким антиклінальним підняттям [1–4]. Інтенсивність максимуму в епіцентрі аномалії складає більш 50 мГал.

Існує декілька варіантів інтерпретації природи ТГМ. Г.І. Каляєвим [2] природа аномалії зв'язувалась із антиклінальним підняттям та поетапним збільшенням вмісту основних порід, метаморфізованих до гранулітової фації, на глибину. З.О. Крутиховською [3], внаслідок розміщення ТГМ на одній осі з Сурською ЗКС, було зроблено припущення, що аномалія викликана основними породами конксько-верхівцевської серії, не розкритих ерозією. Переверзев С.І. за результатами обробки геологічних і геофізичних даних (включаючи і сейсмосондування), завірки аномалій бурінням глибокої свердловини ТГ-1 глибиною 2000 метрів (Переверзев С.І. і ін., 1992) було зроблено припущення, що аномалія викликана похованим валоподібним підняттям славгородської товщі аульської серії в яких збільшений вміст амфіболових мігматитів і основних порід. При цьому відмічається також збільшення ступеня метаморфізму з глибиною.

Дати однозначну відповідь на його геологічну природу пробурана свердловина ТГ-1 не змогла. Виконані при цьому комплексні геолого-геофізичні дослідження також не змогли пояснити феномен ТГМ за рахунок щільнісної диференціації порід верхньої 2-х км частини докембрійських утворень.

Наприкінці 90-х автором були узагальнені всі матеріали і дані вивчення ТГМ у рамках побудови геолого-структурної карти докембрійських утворень Середньопридніпровського і Приазовського мегаблоків УЩ (Пігулевський П.Г. і ін., 1999) і на початку 2000-х років при вивченні глибинної будови південно-східної частини УЩ (Пігулевський П.Г. і ін., 2003) [1,5–7]. З метою оцінки альтернативних варіантів пояснення природи ТГМ вивчався можливий зв'язок максимуму з наступними факторами:

- ефектом підйому поверхні кристалічного фундаменту на вододілі рік Томаківка і Дніпро;

- впливом щільнісних неоднорідностей порід, розкритих у верхній частині розрізу глибокої свердловини ТГ-1;

- загальним підняттям з подальшою ерозією всього блоку порід, включаю чого ТГМ, при наявності вертикального градієнту щільності порядку 0,01 г/см<sup>3</sup>/км у відповідності з уявленнями К.Ф. Тяпкіна [8].

Результати кількісної перевірки цих гіпотез однозначно свідчать, що неводна з них не пояснює спостережене гравітаційне поле. Спільний їх вплив може пояснити ТГМ, однак необхідні для цього зміни геометрії геогустиної моделі різко суперечать дійсності.

**Геологічна будова СПМ у районі розташування ТГМ.** Згідно прийнятого тектонічного районування СПМ основна частина ТГМ розташована в межах Запорізького (Томаківського) блоку II порядку. Із заходу, сходу й півдня він обмежений зеленокам'яними структурами (ЗКС) – Чортомлицькою, Конкською і Білозерською, на півночі – Девладівським розламом, на півдні – виходить за межі Конкського. На південному заході та північному сході його облямовують гранітоїдні масиви сурського, токівського та мокромосковського комплексів (рис. 1).

ТГМ має витягнуту еліпсоїдну форму, довга вісь якого орієнтована в північ-північно-східному напрямку й має розміри в плані 100 x 40 км. Магнітне поле в його межах характеризується переважно негативними фоновими значеннями по його периферії і позитивними складнобудованими локальними аномаліями з переважною інтенсивністю 100–200 нТл – у центральній частині.

Із трьох структурних поверхів, що виділяються в СПМ, у межах центральної частини ТГМ переважає нижній (утворюючий стабілізований палеоархейський фундамент). Він представлений породами базальтувської та славгородської товщі і гранітоїдами дніпропетровського комплексу. Другий структурний поверх складений переважно породами мокромосковського, сурського та токівського комплексів неархею. За геолого-геофізичними даними його потужність коливається від 8 км на заході до 4 км на сході (Кічурчак В.М., Пігулевський П.Г., 2001).

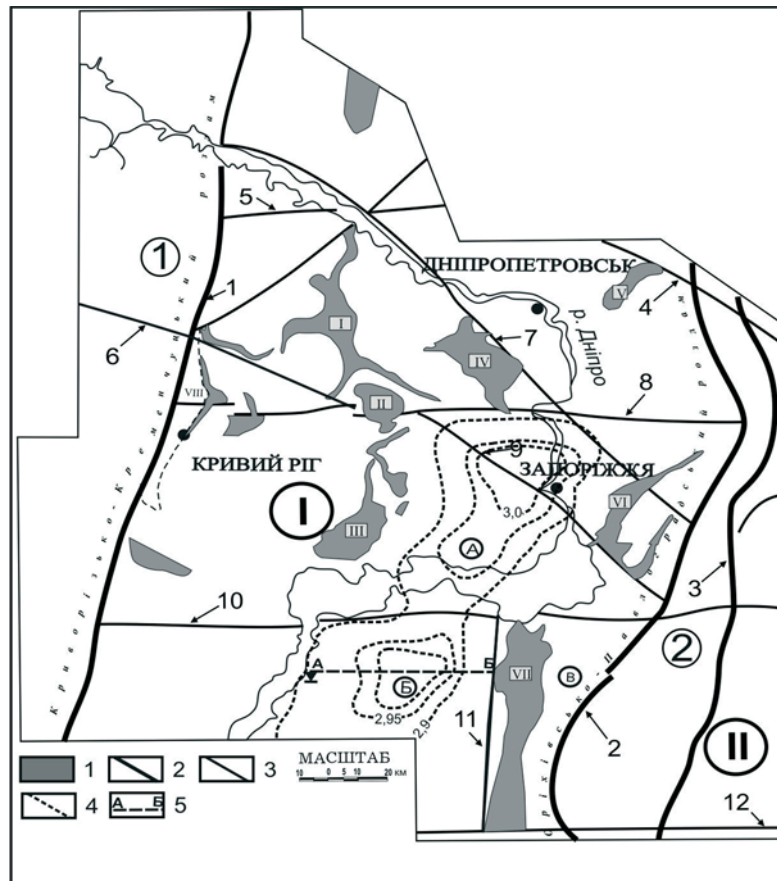


Рис. 1. Геолого-структурна схема Середньопридніпровського мегаблоку УЩ

Мегаблоки (римські цифри в кружках): Середньопридніпровський – I; Приазовський – II.

Шовні зони (цифри в кружках): Криворізько-Кременчуцька (Інгuleцько-Криворізька) – 1;

Оріхівсько-Павлоградська – 2.

Тектонічні елементи. Зеленокам'яні структури (цифри в прямокутниках): I – Сурська, II – Софіївська, III – Чортомлицька, IV – Верхівцевська, V – Дерізувацька, VI – Конкська, VII – Білозерська, VIII – Криворізька.

Блоки II порядку (букви в кружках): А – Запорізький, Б – Знаменівський, В – Білозерський.

Розлами: 1 – Криворізько-Кременчуцький; 2 – Оріхівсько-Павлоградський; 3 – Західноприазовський;

4 – Самарський (фрагмент Південного крайового розламу); 5 – Бородаївський; 6 – Спасівський;

7 – Дніпродзержинський; 8 – Девладівський; 9 – Хортицький; 10 – Конкський; 11 – Благовіщенський

12 – Причорноморський 1 – зеленокам'яні структури; 2 – розлами I рангу; 3 – розлами II рангу; 4 – ізолінії розрахованої густини на зрізі 15 км, г/см<sup>3</sup>; 5 – лінія геоелектричного розрізу.

Аналіз даних визначень фізичних властивостей порід по свердловині ТГ-1 показує, що петрофізичні групи й комплекси порід розкриті нею, у цілому подібні розвинутих тут утворенням, які характеризуються близькими за значеннями фізичними властивостями. Щільнісні (густинні) характеристики більшості груп рівні або на 0,01–0,02 г/см<sup>3</sup> вище, ніж у зразків, розкритих свердловиною. Таке підвищення щільності зв'язане, як видно, із загальним ущільненням порід із глибиною. Крім того, в інтервалах 200–500 й 1200–1600 м спостерігається деяке підвищення інтервальної щільності до 2,78–2,82 г/см<sup>3</sup>. Із глибини 1700–1800 м і до вибою відзначається закономірне збільшення щільності і намагніченості кристалічних порід. Більше детальний опис результатів інтерпретації природи центральної частини ТГМ наведено в роботі [4].

У межах південної схилевої частини СПМ, розташованої південніше Каховського водосховища (рис. 1), геологознімальними роботами масштабу 1:50000 (Коваленко В.Ю., 1986) були виділені два блоки другого порядку – Західний (Знаменівський) і Східний (Білозерський), які розділені Благовіщенським розламом. Вони відрізняються за складом, віком і фізичними властивостями складаючи їх порід, геохімічною спеціалізацією і особливостями розламної тектоніки.

Знаменівський блок розташований у південній крайовій частині ТГМ. Він має відносно однорідне гравітаційне поле і більше диференційоване та знаковмісне магнітне. Білозерський блок характеризується переважно спокійним негативним магнітним полем  $Z_a$  і порівняно диференційованим гравітаційним полем  $g_a$ . Орієнтація осей аномалій  $Z_a$  в Знаменівському – північно-західна та субширотна, а в Білозерському – субмеридіональна та північно-східна. Границя між блоками проходить по Благовіщенському розламу другого порядку і збігається зі східною границею ТГМ. Розлам добре проглядається в зміні як морфології магнітного поля, так і в орієнтації локальних гравітаційних аномалій. Поблизу Благовіщенського розламу кут між осями більшості аномалій  $g$  й  $V_{zz}$ , орієнтованих на північний схід у Білозерському і на північний захід – у Знаменівському блоці, не перевищує 30–40°. По мірі віддалення від Благовіщенського розламу різниця в орієнтації осей аномалій  $g$  й  $V_{zz}$  стає більшою, досягаючи 90°.

Ці блоки мають специфічний склад докембрійських порід. Переважним поширенням у Білозерському блоці користуються плагіомігматити дніпропетровського комплексу і гнейси аульської серії, а в Знаменівському блоці – плагіограніти сурського комплексу, "каховські" граніти микромосковського та токівського комплексів. У Біло-

зерському блоці відсутні тіла магнітних ультрабазитів північно-західного простягання, мігматитів і плагіогранітів сурсько-токівського комплексу, тоналітів, "каховських" гранітів. У Знаменівському блоці не виявлені плагіограніти дніпропетровського комплексу, гранодіорити та щербаківські граніти; значно менше площа розповсюдження зеленокам'яних порід конкської світи й гранітів мокромосковського типу. Породи Знаменівського блоку більш щільні й магнітні, ніж Білозерського, при істотному розходженні середніх і модальних значень  $\sigma$ ,  $\alpha$  і  $J_n$  однойменних і одновікових порід. Розмежуючий їх субмеридіональний Знаменівський розлам залікований мікрокліновими гранітами із зонами лужного метасоматозу, збагаченими рідкими і рідкісними елементами.

Отримані В.Ю. Коваленко дані показують, що місцеве геохімічне тло для деяких елементів відрізняється від кларкових змістів характерних для більшої частини Середнього Придніпров'я і Західного Приазов'я. При цьому їм властива позитивна геохімічна спеціалізація на фосфор, хром, свинець, талій, олово, нікель, цирко-

ній, германій і негативна – на берилій, мідь, лантан, стронцій, вольфрам, скандій, церій. Білозерський блок відрізняється від Знаменівського порівняно підвищеним вмістом у кристалічних породах барію, лантану, молибдену, літію, стронцію, талію, вісмуту, ніобію й зниженим вмістом – фосфору, хрому, нікелю, кобальту, титану, ванадію, марганцю, вольфраму, скандію. Останнє свідчить про більше основний первинний склад порід Знаменівського блоку й дозволяє припустити проробку його верхньої частини флюїдами вихідними з "вогнища" глибинної інтрузії, з наступним накладенням продуктів метасоматозу.

**Глибинна будова району ТГМ.** Під ТГМ зафіксований підйом поверхні Мохоровичича (М), який має північ-північно-східне простягання в плані із плавним зануренням у південному напрямку [5]. Глибини залягання поверхні М змінюються від 32–35 км у центральній частині ТГМ до 40–42 км південніше Каховського водоймища (рис. 2).

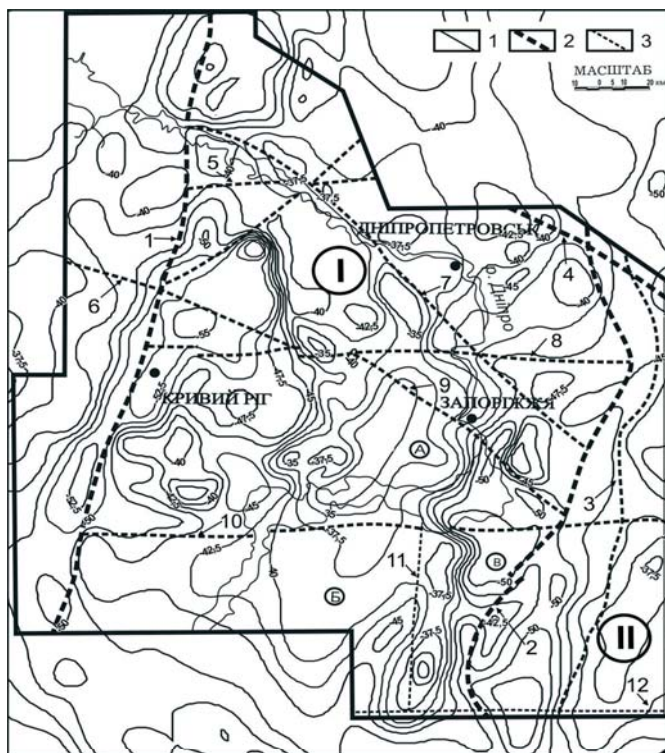


Рис. 2. Поверхня Мохоровичича з основними розламами Середньопридніпровського мегаблоку УЩ [5]  
1 – ізолінії рельєфу поверхні Мохоровичича; 2 – розламами I рангу; 3 – розламами II рангу

Рівень гравітаційного поля в межах ТГМ характеризується плавним трендом значень, що знижуються у південному напрямку. Це обумовлено поступовим зануренням поверхні кристалічного фундаменту і збільшенням потужності осадового чохла в бік Причорноморської западини. При інтерпретації даних магнітопетрологічних зондувань (МТЗ) шляхом 1D інверсії спостережених кривих МТЗ по субширотному профілю (рис. 1), що перетинає південно-східну частину ТГМ, у розрізі земної кори було виділено лаколітоподібне тіло, ніжка якого зміщена в східному напрямку. "Шляпа" тіла розташована точно під гравітаційним максимумом. Підбір геоугустиного розрізу по гравітаційному полю дав значення щільності тіл від 2,92 до 3,05 г/см<sup>3</sup>. Вертикальна потужність "шляпи" лаколіту по простягання коливається від 7 до 15 км. За геоелектричним розрізом (рис. 3) видно, що в центральній частині інтрузія-лаколіт має субгоризонтальне розшарування. Більш високі значен-

ня  $\rho_{\text{эф.}}$  і відносно знижені  $\sigma_{\text{роз.}}$  до 2,92–2,96 г/см<sup>3</sup>, очевидно пов'язані з породами основного складу (габродіорити, габро). Виділена в центральній частині лаколіту зона понижених значень  $\rho_{\text{эф.}}$  і підвищених  $\sigma_{\text{роз.}}$  до 3,02–3,26 г/см<sup>3</sup>, може бути пов'язана з породами основного і ультраосновного складів, типу піроксенітів – перидотитів. Тонка, асиметрично розташована, ніжка за даними МТЗ простежується до поверхні М, де вона обривається. Не виключено, що її мантійна частина могла б проглядатися при більш густій мережі спостережень в районі точки МТЗ №1706. По суцільний 3D геоугустиної моделі на глибинах від 10 до 15 км проглядається глибинне тіло, що має трохи підковоподібних, складнобудованих піднятих поверхні покрівлі (рис. 3).

Прогнозоване лаколітоподібне тіло добре картується й за особливостями будови аномального магнітного поля. Воно чітко простежується як велике близькоізометричне відособлене більше молоде інтрузивне



тіло, при впровадженні "розірвавши" докембрійський фундамент тектонічними порушеннями переважно північно-західного простягання. Останні чітко картується за різко вираженими, сильно витягнутими уздовж розламних зон, лінійними негативним аномаліям. Геологічними даними підтверджена їхня інтенсивна проробка в результаті K-Na метасоматозу. Азимути їхнього простягання в середньому становлять 330–345°. Відстань між розламами північно-західного про-

стягання становить 7–8 км при видимій горизонтальній потужності зон від 1 до 3 км. Менш виражені в магнітному полі субширотні порушення з відстанню між ними 4–7 км і субмеридіональні – 5–10 км. Прогнозний гіпібсальний лаколіт чітко проявляється і у зміні положення русла р. Дніпро та поводженні південної берегової лінії Каховського водоймища, які огинають цю глибинну структуру. Передбачуваний у плані загальний розмір лаколіту становить від 50 до 70 км.

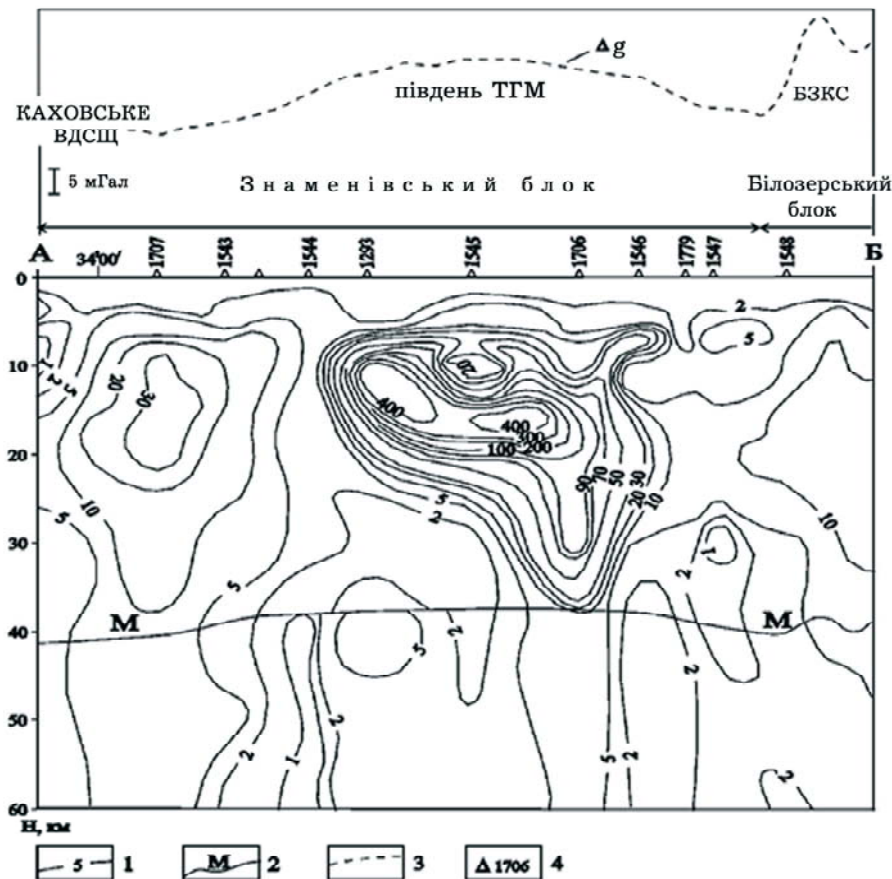


Рис. 3. Геоелектричний розріз по лінії АБ (через лаколіт)

1 – ізолінії ефективного питомого опору (кОм·м); 2 – розділ Мохоровичича;  
3 – крива  $\Delta g_a$  (мГал); 4 – пункти спостереження МТЗ і їхній номер

**Висновки.** За результатами комплексних геофізичних досліджень у структурі земної кори південно-західної частини ТГМ СПМ прогнозується гіпібсальний лаколіт. Результати щільнісного моделювання по гравітаційному полю і 1D інверсії кривих МТЗ показують, що в центральній частині лаколіту є субгоризонтальне розшарування. Більше високі значення  $\rho_{ef}$  і відносно знижені  $\sigma_{роз}$  до 2.92–2.96 г/см<sup>3</sup> пов'язані з породами основного складу, а виділена в центральній частині лаколіту зона знижених значень  $\rho_{ef}$  і підвищених  $\sigma_{роз}$  до 3.02–3.26 г/см<sup>3</sup> – з породами основного та ультраосновного складів.

Таким чином, південно-західна частина ТГМ становить значний інтерес для пошуків рудопроявів різних видів корисних копалин, у тому числі тіл кімберлітового та лампроїтового магматизму, з якими можуть бути пов'язані і родовища алмазів [6].

1. Берзенин Б.З., Кичурчак В.М., Насад А.Г., Пигулевский П.И. Некоторые результаты по составлению среднемасштабной геологической карты докембрийских образований юго-восточной части Украинского щита // Геология и магматизм докембрия Украинского щита: Тез. докл. научно-практической конференции, Киев, 30 мая–1 июня

2000 г. – К.: ИГМР НАН Украины, 2000. 2. Каляев Г.И., Крутиховская З.О., Жуков Г.В. Тектоника Украинского щита. – К., 1972. 3. Крутиховская З.А., Папкевич И.К., Силина И.М. Магнитная модель и структура земной коры Украинского щита. – К.: Наук. думка, 1982. 4. Малиновский А.К., Пигулевский П.И., Сухорада А.В. К вопросу строения Томаковского гравитационного максимума // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 28-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского, Москва, 29 января – 2 февраля 2001 г. – М., 2001. 5. Насад А.Г., Пигулевский П.И., Кичурчак В.М., Радзивилл А.Я. О взаимосвязи поверхностных структур докембрийского фундамента Среднеприднепровского и Приазовского геоблоков Украинского щита с поверхностью Мохоровичича // Геол. журн. – 1997. – № 1–2. – С.131–137. 6. Насад А.Г., Пигулевский П.И., Берзенин Б.З. и др. К вопросу регионального прогноза алмазоносности Приазовского геоблока Украинского щита по геофизическим данным // Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений: Тез. докл. Международной научно-практической конференции, Симферополь–Судак, 21–23 сентября 1999. – Симферополь, 1999. 7. Пигулевский П.И., Берзенин Б.З., Кичурчак В.М., Насад А.Г. Составление среднемасштабных геологических карт докембрийских образований (на примере юго-восточной части Украинского щита) // Материалы Международной геофизической конференции "Геологической службе России 300 лет". Тез. докл.: Санкт-Петербург, 2–6 октября 2000. – СПб., 2000. 8. Тяпкин К.Ф. Изучение разломных и складчатых структур докембрия геолого-геофизическими методами. – К., 1986.