

В.В. Омельченко, П.Г. Пігулевський

## ЗЕЛЕНОКАМ'ЯНІ СТРУКТУРИ ПІВНІЧНОГО СХИЛУ СЕРЕДНЬОПРИДНІПРОВСЬКОГО МЕГАБЛОКУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

V.V. Omelchenko, P.G. Pigulevskiy

## GREEN-STONE STRUCTURES OF NORTHERN SLOPE OF SEREDNOPRYDNIROVSKYI MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD

Розглянуто структурно-тектонічне районування північного схилу Середньопридніпровського мегаблоку УЩ та відзначені головні структурні елементи: граніт-мігматитові антиформи, куполи, вали та розвинуті між ними зеленокам'яні структури різного типу. Наведено геологічну будову Кобеляцької, Толоко-Подянської і Петриківської зеленокам'яних структур та дана характеристика їх прояву в гравітаційному і магнітному полях. При цьому вперше надано геолого-геофізичну інформацію про особливості будови північно-західно-орієнтованої частини Кобеляцького синклінорію – Толоко-Подянську ЗКС та прогнозно виділену Петриківську ЗКС.

**Ключові слова:** *Український щит, Середньопридніпровський мегаблок, зеленокам'яна структура, розлом, свердловина*

**Вступ.** Згідно прийнятого тектонічного районування Середньопридніпровський мегаблок (СПМ) обмежується із заходу і сходу шовними зонами – відповідно, Криворізько-Кременчуцькою (ККШЗ) і Оріхівсько-Павлоградською (ОПШЗ). За регіональними геологічними побудовами СПМ продовжується в північному напрямку в межі Дніпровського грабену, „виходить“ на північний борт Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), де вже розглядається як Белгородсько-Сумський мегаблок Воронізького кристалічного масиву. Разом вони утворюють т.з. Курсько-Середньопридніпровську гранітно-зеленокам'яну область, розділену Дніпровським грабеном [1, 2].

На північному схилі СПМ, який одночасно є південним бортом ДДЗ, докембрійські утворення перекриті осадочним чохлам, максимальна потужність якого досягає 2,8–3,0 км (Магдалинівська і Біликівська западини). Проведені в 2004–2008 рр. Дніпропетровською геофізичною експедицією „Дніпрогеофізика“ комплексні тематичні геолого-геофізичні дослідження М 1:100 000 в межах південного борту ДДЗ дозволили отримати нові дані про геологічну будову північного схилу СПМ і, зокрема, розвинутих тут зеленокам'яних структур (ЗКС).

Останні в межах СПМ складені первинно осадочно-вулканогенними товщами конкської та білозерської серій мезоархею, з якими асоціюють базит-ультрабазитові формації та гранітоїди дніпропетровського, сурського та токівського комплексів. Ці утворення знаходяться в складних співвідношеннях і представлені широким спектром метаморфічних, ультраметаморфічних та інтрузивних порід. ЗКС більшістю дослідників трактуються як вулканоплутонічні западини. Згідно [3] вони утворюють фрагментарно проявлені кільцеві геоструктури, які облямовують великі блоки аульського фундаменту (брили). Здійснена типізація ЗКС за комплексом

ознак (специфічні риси тектоніки, формаційних склад утворень, форма в плані та ін.) і виділені їх три головні тектонотипи [3], кожний з яких має аналоги в інших гранітно-зеленокам'яних провінціях світу. Це конкський (лінійний), сурський (брахіальний) і верхівцевський (амебоподібний) тектонотипи.

**Тектонічне районування.** За будовою фізичних полів та наявними геологічними даними північний схил СПМ досить чітко розділяється на дві частини – західну і східну. Західну частину складає Верхівцевсько-Чортомлицька структурно-фаціальна зона (ВЧСФЗ) [4]. Для неї характерний широкий розвиток ЗКС верхівцевського (амебоподібного) типу. В північній частині ВЧСФЗ Верхівцевська, Кобеляцька і Толоко-Подянська ЗКС утворюють крупну дугоподібну тектоноформу, яка облямовує зі сходу і півночі П'ятихатський вал (рис. 1). Останній є самою західною приграничною структурою мегаблоку і витягнутий в субмеридіональному напрямку уздовж ККШЗ. Східною границею ВЧСФЗ можливо вважати Полтавський розлом субмеридіональної орієнтації, траса якого в межах схилу визначена переважно за геофізичними даними.

В північно-східній частині СПМ домінують ультраметаморфічні утворення дніпропетровського комплексу палеоархею, які разом із останцями порід аульської серії формують т. з. Придніпровський мегаантиклінорію [4]. Головними тектонічними елементами мегаантиклінорію є, за даними наших досліджень, Магдалинівська і Губинівська антиформи. Причому перша характеризується досить значними розмірами – ~ 54 x 32 км. Мезоархейські ЗКС тут розвинуті тільки в самій приграничній із ОПШЗ частині мегаблоку і відносяться до лінійного типу. В межах північного схилу вони представлені Дерезоватської ЗКС, яка є самим північним елементом Конксько-Білозерської СФЗ. Відзначимо, що глибина ерозійного зрізу Дерезоватської ЗКС суттєво більша, ніж зеленокам'яних структур ВЧСФЗ.

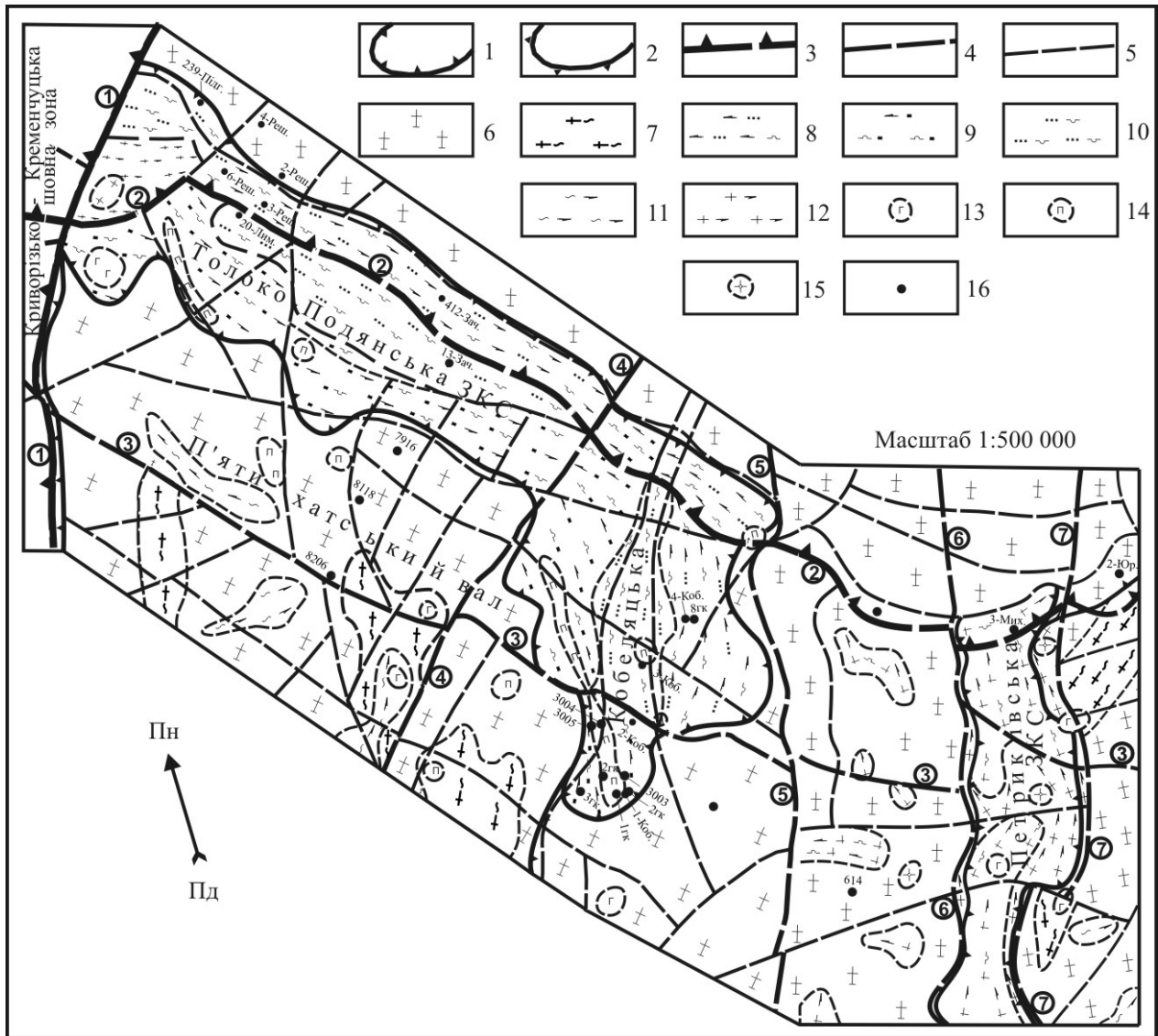


Рис. 1. Узагальнені контури крупних тектонічних структур: 1 – мезоархейські зеленокам'яні структури (Кобеляцька, Толоко-Подяньська, Петриківська); 2 – палеоархейські антиклінальні форми (4 – П'ятихатський вал); 3 – глибинні розломи (1 – Криворізько-Кременчуцький, 2 – південний крайовий Дніпровського грабену); 4 – крупні регіональні розломи (3 – Карабінівський, 4 – Ворскляньський, 5 – Полтавський, 6 – Орільський, 7 – Могилівський); 5 – інші порушення; речовинні комплекси: 6 – плагіограніти, 7 – плагіомігматити, 8 – амфіболіти і сланці з прошарками метаультрабазитів і залістих кварцитів, 9 – слюдяні сланці і метапеліти, 10 – останці змінених кристалосланців і гнейсів серед плагіогранітів, 11 – останці змінених зеленокам'яних порід серед гранітоїдів, 12 – гранітизовані зеленокам'яні породи; інтрузії: 13 – базитів і ультрабазитів, 14 – серпентинітів, 15 – гранітів; 16 – свердловини, що розкрили докембрійські утворення

Крім Дерезоватської ЗКС в цій частині мегаблоку переважно за геофізичними даними виділяється Петриківська ЗКС, яка лінійно-витягнута в субмеридіональному напрямку уздовж Магдалинівської антиформи. Очевидно вона є продовженням на північ Сурсько-Томаківської СФЗ [3].

Нижче наведемо коротку характеристику ЗКС північного схилу СПМ за нашими дослідженнями з урахуванням даних [4–6].

**Кобеляцька і Толоко-Подяньська ЗКС** формують т.з. Кобеляцький синклінорій, який облямовує із півночі, північного сходу і частково сходу П'ятихатський вал (рис. 1). Синклінорій складений мета-

морфізованими осадовчо-вулканогенними утвореннями конкської і білозерської серій мезоархею. Протяжність синклінорію за гравіметричними даними становить біля 62 км. В магнітному полі він проявлений роз'єднаними магнітними аномаліями: Толоко-Подяньською і Кобеляцькою, які, як відзначалось і в [3], відображають окремі ЗКС.

**Кобеляцька ЗКС** вивчена у більшій мірі. За даними попередніх досліджень вона складається з двох крупних синклінальних складок, розділених в центральній частині антиклінальним перегином [5–6]. В межах Кобеляцької ЗКС пробурено 12 свердловин, що розкривають фундамент. Це свр. 1-гк, 2-гк,

3-гк, 8-гк (Кіньшаков В.Н., 1971); 1-с, 2-с, 3-с, 4-с (Козінцева Т.К., 1974); 3001, 3003, 3004, 3005 (КП „Південукргеологія“, Шрамко П.П., 1975). За аналізом складу розкритих порід вважається, що нижня частина розрізу Кобеляцької ЗКС складена утвореннями конкської серії, в якій домінують вулканогенні породи – амфіболіти; амфіболіти, двослюдяні, гранатвміщуючі сланці з прошарками амфібол-магнетитових кварцитів; серпентиніти. Верхня частина розрізу складена утвореннями білозерської серії, де домінують метапісковики, філітовидні і слюдяні сланці. Ці породи розкриті свр. 8-гк, 4-с, 3-с.

За даними наших досліджень Кобеляцька ЗКС являє собою крупну складнобудовану грабен-синклінальну структуру субмеридіональної орієнтації розмірами приблизно 28 x 15 км. На основі аналізу морфології, інтенсивності та сполучення аномалій фізичних полів і даних про склад порід, розкритих свердловинами, вона є синклінальною складкою, ядро якої складено немагнітними породами пониженої щільності. Такими породами є метапісковики, слюдяні сланці і безрудні кварцити, які розкриті свр.3-с (єдиною свердловиною, яка пробурена в ядрі структури в межах гравітаційного і магнітного мінімумів) і, очевидно, відносяться до білозерської серії. Їх розкрита потужність в свр.3-с склала 216 м. В цій частині ЗКС за наявності ізольованого високоінтенсивного ізометричної форми магнітного максимуму виділяється інтрузія серпентинізованих метасульфідів. Східне крило ЗКС складено переважно слюдяними сланцями, метапісковиками та амфіболітами. І хоча останні в розрізах свр.4-с і 8-гк, які пробурені в межах східного крила, практично не відзначені, їх присутність в розрізі не викликає сумніву. Іншим типом порід пояснити високоінтенсивні гравітаційні максимуми в кореляції з малоінтенсивними магнітними максимумами, що тут спостерігаються, неможливо.

Різноманітним комплексом порід складене західне крило ЗКС, в межах якого пробурена найбільша кількість свердловин, причому всі вони зосереджені в її замковій південній частині. Тут домінують вулканогенні породи – амфіболіти, амфіболіти, двослюдяні, гранатвміщуючі сланці із прошарками амфібол-магнетитових кварцитів. Розкриті свр.1-гк, 3001, 3004, 3005 серпентиніти є, на наш погляд, частинами єдиної міжпластової інтрузії (сілу). Це припущення ґрунтується на наявності єдиної смугової високоінтенсивної магнітної аномалії, хоча вона має пережим в центральній частині. Останній обумовлений крупним, поперечним простяганням ЗКС, Карабінівським розломом, який сформував досить потужну зону змінених і гранітизованих (в розрізі свр.2-с присутні катаклазовані плагіограніти) порід.

Кобеляцька ЗКС інтенсивно порушена розломами різного типу і орієнтації. Домінують дві системи розломів – субмеридіональна, згідна із простяганням ЗКС, і північно-західна, паралельна південному крайовому розлому ДДЗ. Поперечними порушеннями Кобеляцька ЗКС розбита на декілька блоків, із яких найбільш відокремленим є самий південний, де розташоване південне замикання структури. Із субмеридіональних найбільш чітко проявлені розломи, що

ускладнюють центральну частину ЗКС і підкреслюють її грабен-синклінальну будову. Блок порід СПМ, вміщуючий Кобеляцьку ЗКС, в межах північного схилу обмежений із заходу Ворсклинським, а зі сходу – Полтавським розломами. Якщо перший розмежує Толоко-Подяньську і Кобеляцьку ЗКС, то другий обмежує зі сходу всю ВЧСФЗ.

*Толоко-Подяньську ЗКС* за даними наших досліджень слід розглядати як північно-західно-орієнтовану частину Кобеляцького синклінорію. В гравітаційному полі Толоко-Подяньська і Кобеляцька ЗКС відображені єдиною складнобудованою позитивною аномалією, з якою корелюються дві позитивні магнітні аномалії. Аналіз аномалій фізичних полів і даних по свердловинах показують, що ці ЗКС характеризуються аналогічною будовою і складені тим же комплексом порід.

Толоко-Подяньська ЗКС протягується в північно-західному напрямку (аз. 320°) від Ворсклинського розлому на сході до ККШЗ на заході на віддалі 38 км при ширині 9–13 км. В гравітаційному полі вона відображена складнобудованою позитивною аномалією відзначених параметрів, яка ускладнена по центру локальним мінімумом. В магнітному полі ЗКС в цілому відображена позитивною складнобудованою аномалією, на фоні якої виділяється смуга інтенсивних локальних максимумів, приурочених до південно-західного крила структури. Таким чином, за аналізом фізичних полів будова Толоко-Подяньської ЗКС уявляється аналогічною Кобеляцькій ЗКС. Її ядро складено слюдяними сланцями і метапісковиками (район гравітаційного і магнітного мінімумів), північне крило – сланцями, амфіболітами і метапісковиками (інтенсивна позитивна гравітаційна аномалія в кореляції із слабкодиференційованим магнітним полем), південне крило – сланцями і амфіболітами з прошарками залізистих кварцитів і метасульфідів (смуга інтенсивних гравітаційних і магнітних максимумів), що підтверджується наявними даними буріння. Так, свр. Зачепилівська-13 і Лиманська-20, пробурені в ядрі ЗКС, розкривають хлорит-серицитові і карбонатно-слюдисті сланці та метапісковики. Тому, що ці свердловини розташовані в зоні південного крайового розлому ДДЗ, то відзначаються окварцування і слабка гранітизація розкритих зеленокам'яних порід. На північному крилі ЗКС розкриті породи фундаменту також представлені переважно сланцями і метапісковиками: в свр. Зачепилівська-412 – метапісковики і кварц-хлорит-серицитові сланці, в свр. Решетилівська-3 – мусковіт-кварцові і турмалін-мусковіт-кварцові сланці, в свр. Підгорянська-239 – серицит-кварцові мікросланці.

Найбільш детальне вивчення порід фундаменту серед цих свердловин було проведено в свр. Зачепилівська-412 (ДГП „Полтавнафтогазгеологія“). Із 195 м проходки по фундаменту (інт. 4728–4923 м) 54 м пройдено із відбором керну в інтервалі глибин 4736–4916 м. Свр. 412 розкрита одноманітна товща перешарування метапісковиків (60% розрізу) і кварц-хлорит-серицитових сланців (40% розрізу). Пісковик-



ки сірого кольору різнозернисті (від дрібно- до грубозернистих), текстура масивна і сланцювата.

На жаль, в межах південного, найбільш складно побудованого, крила ЗКС відсутні свердловини, що розкрили фундамент. Тут, за наявності магнітних максимумів різної форми та інтенсивності, прогноуються інтрузії серпентинітів і ультраосновних порід, в тому числі міжпластові.

Дуже складно побудована ділянка зчленування Толоко-Подяньської ЗКС і ККШЗ. Тут концентруються розломи різної орієнтації, відбувається різка зміна простягання крайового розлому і його біфуркація, прогноуються дві інтрузії порід (кислого і ультраосновного складу). Не викликає сумніву тектонічний характер північної межі ЗКС (високоградієнтна лінійна зона гравітаційного поля), яка розташована в межах Дніпровського грабену і проходить по розлому, паралельному південно-крайовому. На відміну від Кобеляцької, в межах Толоко-Подяньської ЗКС розвинуті порушення, переважно згідні її простягання. Відповідно в значно меншій мірі вона ускладнена поперечними розломами. Це можливо пояснити збігом простягання Толоко-Подяньської ЗКС і порушень системи крайового розлому ДДЗ, тоді як для Кобеляцької ЗКС воно є практично ортогональним.

**Петриківська ЗКС** виділена З.А. Крутиховською [5], як самий північний тектонічний елемент Сурсько-Томаківської СФЗ. Вона характеризується північ-північ-західним простяганням, загальною довжиною 68 км, ширина змінюється від 3 км на півночі до 20 км на півдні. На півночі структура зрізається південним крайовим розломом Дніпровського грабену. В південній частині ЗКС на території відкритого щита свердловинами розкриті гнейси, амфіболіти, сланці, мігматити. З урахуванням геофізичних даних уявляється, що щільні породи тут представлені амфіболітами і деякими різновидами гнейсів, а менш щільні – перешаруванням гнейсів, сланців і мігматитів.

За нашими дослідженнями Петриківська ЗКС в межах північного схилу СПМ більш чітко проявлена в гравітаційному полі – смугою локальних максимумів підвищеної інтенсивності. Вона протягується в північно-східному, близькому до субмеридіонального, напрямку від Михайлівської структури ДДЗ на півночі до району свр. 3Е, 604, 625 на півдні. В магнітному полі вона відображена менш чітко – зоною знакозмінних аномалій невеликої інтенсивності, причому осі гравітаційних і магнітних максимумів не співпадають, що характерно для ЗКС. Виходячи із параметрів смугової аномалії, протяжність північної частини Петриківської ЗКС в межах північного схилу СПМ становить 28 км при ширині 3–7 км.

В межах ЗКС пробурено 9 свердловин, що розкрили фундамент (з півдня на північ) – свр. 3Е, 604, 625, 627, 619, 622, 10150, 10156, Михайлівська-3, з яких більшість розташована в її південній звуженій редукованій частині і розкриває гранітоїдні породи. Однак детально вивчення розкритих порід не проводилось і надійні дані по їх петрографічній ідентифікації відсутні. Тільки в свр. Михайлівська-3, яка розташована в зоні крайово-

го розлому, розкриті інтенсивно метасоматично змінені граніти, збагачені роговою обманкою (до 30%).

Західна межа Петриківської ЗКС контролюється Орільським розломом, а східна – Могилівським. Одним із порушень системи регіонального субширотного Карабинівського розлому, який проходить в районі свр. Царичанська-1, ЗКС розділена на два блоки, які відрізняються або рівнем ерозійного зрізу, або ступенем гранітизації порід, що призвело до досить різкої зміни ширини ЗКС. Очевидно ступінь гранітизації порід в межах південного блоку суттєво більший, що обумовило зменшення ширини структури до 2–3 км.

**Висновки.** Досліджена територія північного схилу СПМ УЩ є типовою граніт-зеленокам'яною областю, у межах якої чітко виділяються три структурні яруси: палеоархейський (дозеленокам'яний), мезоархейський (зеленокам'яний) і неоархейський (післязеленокам'яний). До нижнього ярусу належить гнейсово-мігматитова товща із залишками порід аульської серії, що складає граніт-мігматитові куполи поміж міжкупольними ЗКС. Останні репрезентовані зеленокам'яною товщею осадово-вулканогенних стратифікованих порід конкської та білозерської серій та когенетичними з ними інтрузивними комплексами порід. До неоархейського структурного ярусу і, вірогідно, мезоархейського віднесено дайкові утворення діабазів та габро-діабазів.

Найважливішими структурними елементами, як північного схилу, так і усього СПМ УЩ, є граніт-мігматитові антиформи, куполи, вали та розвинуті між ними ЗКС різного типу. Останні відображені в гравітаційному і магнітному полях позитивними складно побудованими аномаліями. При цьому інтенсивність окремих локальних гравітаційних максимумів досягає 6–8 мГал, а магнітних – 200–5000 нТл.

У цілому ЗКС СПМ характеризуються накопиченням залізних руд, нікелю, кобальту, кольорових і благородних металів у вулканогенних і осадовчовулканогенних утвореннях. Зокрема підвищений вміст кобальту, нікелю і хрому зафіксований в карбонат-серпентин-талькових породах Кобеляцької ЗКС (свр.1-гк). Крім цього, ця ж територія перспективна для пошуків алмазів і рідкометального зруденіння на ділянках розвитку девонських осадовчовулканогенних утворень [5–7]. Тому вивчення будови докембрійських утворень та його зв'язку із перспективними девонськими комплексами може мати важливе практичне значення в майбутньому.

#### Список літератури

1. Тектонічна карта України М 1:1 000 000 / Під ред. Круглова С.С. – Київ, 2007.
2. Новикова А.С., Щипанский А.А. Тектоника раннепротерозойских железорудных бассейнов – Курско-Криворожского и Хамерсли-Набберу (Западная Австралия) // Геотектоника. – 1988. – №3. – С. 49–62.
3. Тектонічна будова зеленокам'яних структур Українського щита / Бобров О.Б., Сіворонов А.О., Малюк Б.І., Лисенко О.М. // Зб. наук. праць УкрДІГРІ. – 2002. – №1–2. – С. 43–68.

4. Крутиховская З.А. Глубинное строение и прогнозная оценка Украинской железорудной провинции (по данным геофизических исследований) – К.: Наукова думка, 1971. – 206 с.
5. Структура фундамента и железорудные месторождения северного склона Украинского щита / Крутиховская З.А., Силина И.М. и др. – К.: Наукова думка, 1975. – 230 с.
6. Пигулевский П.И., Берзенин Б.З., Кичурчак В.М. Результаты составления геолого-структурной карты докембрийских образований юго-восточной части Украинского щита. – К.: Геоінформ, 1999. – 198 с.
7. Циклы вулканизма ДДВ и Донбасса и проблема металлоносности северного склона УЩ / Семененко Н.П. и др. // Вулканизм и рудные формации ДДВ и Донбасса. – К.: Наукова думка, 1977. – С. 5–14.

Рассмотрено структурно-тектоническое районирование северного склона Среднеприднепровского мегаблока УЩ и отмечены основные структурные элементы: гранит-мигматитовые антиформы, купола, валы и развитые между ними зеленокаменные структуры разного типа. Приведено геологическое строение Кобелякской, Толоко-Подянской и Петриковской зеленокаменных структур и дана характеристика их проявления в гравитационном и магнитном полях. При этом впервые предоставлена геолого-геофи-

зическая информация об особенностях строения северо-западно-ориентированной части Кобелякского синклинория – Толоко-Подянской ЗКС и прогноз но выделенной Петриковской ЗКС.

**Ключевые слова:** Украинский щит, Среднеприднепровский мегаблок, зеленокаменная структура, докембрийские породы, разлом, скважина

The structural-tectonic zoning of northern slope of Srednepri-dneprovsky megablock of the Ukrainian shield has been considered. Basic structural elements (granite-migmatite antiforms, domes, shafts and green-stone structures of different type advanced between them) have been marked. Geological structure of the Kobeliakskaya, Toloko-Podyanskaia and Petrikovskaia green-stone structures and characteristic of their display in gravitational and magnetic fields have been shown. For the first time it has been added Geological-geophysical information about the features of structure of the northwest part of Kobelyakskiy syncline, Toloko-Podyanskaia green-stone structure and prospective allocated Petrikovskaia green-stone structure.

**Keywords:** the Ukrainian shield, Srednepri-dneprovsky megablock, Precambrian rocks, fracture zone, bore hole

Рекомендовано до публікації д.г.-м.н. О.Д. Додатком 24.03. 10

УДК 622.516:556.388

© Перкова Т.И., Рудаков Д.В., 2010

Т.И. Перкова, Д.В. Рудаков

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОФИЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РУДНИЧНЫХ ВОД ИЗ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ЮГОКА

T.I. Perkova, D.V. Rudakov

## 2D MODELING OF VERTICAL SEEPAGE OF MINERALIZED MINE WATER FROM GATHERING PONDS LOCATED WITHIN THE KRYVVI RIH IRON ORE BASIN

Создана профильная модель фильтрации растворов переменной плотности, идентификация которой выполнена на примере пруда-накопителя минерализованных рудничных вод в Кривбассе. Модель базируется на системе уравнений движения соленых вод и миграции растворов в пористой среде. Путем численного моделирования оценены вертикальная и горизонтальная составляющие переноса солей в фильтрационном потоке и динамика засоления подземных вод в зоне влияния пруда-накопителя.

**Ключевые слова:** пруды-накопители, рудничные воды, профильная фильтрация, плотностная конвекция, численное моделирование

**Введение.** В настоящее время к числу актуальных экологических проблем горнопромышленных районов относится нарушение гидродинамического и гидрохимического режимов, сопровождающееся развитием негативных геоэкологических процессов. Утечки минерализованных рудничных вод из прудов-накопителей приводят к необратимым изменениям

природных геохимических циклов, влияющих на химический состав и минерализацию подземных вод, которые используются для водоснабжения. Активизация процессов растворения и выщелачивания карбонатных пород сопровождается нарушением дневной поверхности вследствие суффозии, оползней, карста и т. д. [1, 2]. Интенсивность засоления водо-