

Побузький гірничорудний район Українського щита. Структурно-петрофізична карта кристалічного фундаменту та деякі питання геології раннього докембрію

О. Б. Гінтов¹, В. А. Єнтин², С. В. Мичак¹, Л. В. Фарфуляк¹, 2020

¹Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

²Державне підприємство «Українська геологічна компанія», Київ, Україна

Надійшла 10 березня 2020 р.

Побудовано структурно-петрофізичну карту масштабу 1:100 000 Побузького гірничорудного району (ПГРР), одного з найперспективніших на рудні корисні копалини в західній частині Українського щита. Район розміщується на Середньому Побужжі (листи топографічної карти М-35-XXXVI — східна половина і М-36-XXXI). В основу побудов покладено матеріали геологічного знімання масштабу 1:50 000, глибинного геологічного картування масштабу 1:200 000, пошуково-розвідувальних робіт, а також геофізичних знімів масштабів 1:10 000—1:50 000, сейсмічного та геоелектричного глибинного зондування; спеціальних тектонофізичних робіт на відслоненнях; опублікованих результатів визначення ізотопного віку докембрійських гірських порід.

Безпосередньо у зміст карти автори вклали тільки беззаперечні дані, такі як речовинний склад, структурно-текстурні особливості, петрофізична характеристика гірських порід, контури і розміри тіл за геофізичними та буровими даними, тектонофізичні параметри розривних структур.

Неясні й дискусійні моменти на карті не показані, але обговорені у тексті. Одним з таких питань є тектонічне положення ПГРР, який, на думку авторів, в археї належав Бузькому мегаблоку, а в протерозої був розділений Тальнівською зоною розломів і в результаті процесів зсуву—розсуву його східна частина відійшла до Інгульського мегаблока. Показано глибинну коромантійну природу встановлених на території ПГРР великих Голованівської і Бандурівської гравітаційних аномалій.

Автори відмовилися від розділення ранньодокембрійських гірських порід гранулітової фації на світи, оскільки принцип послідовності нашарування і кореляції розривів у районі не дотримується. Обговорено проблему обсягу дністровсько-бузької серії, з якої виключено породи кінцигітової формації, які мають протерозойський вік. Особливу увагу приділено механізмам формування субвертикальної шарувато-смугастої будови товщі ранньодокембрійського гранулітового комплексу району. Показано, що ця структурно-текстурна основа гірських порід утворилася в ранньому протерозої внаслідок дії горизонтальних сил і горизонтальних рухів речовини, а складчастість має переважно прирозломно-зсувний характер із субвертикальними шарнірами складок, що добре помітно в горизонтальних зрізах і за результатами буріння.

Ключові слова: Український щит, Середнє Побужжя, тектоніка, рудний район, складчастість, гранулітова фація.

Вступ. Побузький гірничорудний район (ПГРР) є одним з найперспективніших районів західної частини Українського щита (УЩ) на пошуки чорних, кольорових, бла-

городних, рідкісних металів, графіту, апатиту, вермікуліту, каоліну та ін. Він розташований у південно-західній частині щита в басейні середньої течії р. Південний Буг

(яка перетинає ПГРР з північного заходу на південний схід) з лівими притоками — річками Удич, Синиця, Суха та Мокра Деренюхи, Сухий Ташлик, Синюха та правими притоками — річками Бершадка, Яланець, Савранка, Гнилюха, Кодима. Географічно цей район відомий як Середнє Побужжя.

Сучасне тектонічне положення ПГРР, відповідно до запропонованої геофізиками Схеми розломно-блокової тектоніки Українського щита (рис. 1), охоплює частини трьох його мегаблоків — Інгульського, Бузького і Росинського, які остаточно сформувались наприкінці раннього протерозою. Однак крізь широко проявлені процеси ранньопротерозойської активізації тут проглядається ядро ранньоархейської консолідації з найдавнішими породами УЩ — формціями гіперстенових гнейсів і кристалічних сланців та ендербітогнейсів, встановлений максимальний вік яких сягає 3,65 і навіть 3,78 млрд років [Щербак и др., 2005].

Складна геологічна будова ранньодокембрійського фундаменту Середнього Побужжя та добра його відслоненість завжди становили інтерес для вчених і виробників у його вивченні. ПГРР є районом-матрицею, на якому починаючи з першої половини ХХ ст., відпрацьовувались погляди вчених на тектоніку, стратиграфію та історію розвитку земної кори у ранньому докембрії всього УЩ. Ці питання завжди були предметом численних дискусій, які не вщухають і досі. Геологічні карти масштабів 1 : 200 000 і 1 : 50 000, складені різними авторами, відображають різні погляди на тектоніку району, а їх геологічне навантаження змінюється залежно від зміни затверджених МСК України хроностратиграфічних схем раннього докембрію. На зміст геологічних карт істотно впливали ідеї західних і вітчизняних авторитетних учених і, що найгірше, вчених, що займали адміністративні пости. Геофізичні матеріали, дані петрофізичного вивчення порід, геолого-петрофізичні таксони також геологи використовують не завжди професійно, особливо тоді, коли ігноруються поради геофізиків. Як правило, не

враховуються й тектонофізичні дані щодо характеру деформацій земної кори у ранньому докембрії. Відносно незмінним на геологічних картах залишається речовинний склад порід (мінералогія, петрографія) та контури закартованих геологічних тіл і розривних порушень (останні, як правило, встановлюються за допомогою детальних геофізичних карт, об'єктивність котрих не викликає сумнівів).

Виходячи з цього автори побудували карту ПГРР геологічного змісту, на якій було відображено лише об'єктивні геологічні та геофізичні дані, що спостерігаються на поверхні кристалічного фундаменту, а дискусійні питання, проблеми глибинної будови структур та механізмів їх утворення обговорено у тексті. Є надія, що така карта буде структурно-петрофізичною основою майбутніх геологічних карт регіону і її потрібно уточнювати лише при отриманні нових детальніших геофізичних, ізотопного-хронологічних даних і нових результатів буріння (на що за сучасних умов фінансування геологічної галузі мало надії).

Коротка історія вивчення району.
Основні дослідники ПГРР:

Київський національний університет імені Тараса Шевченка: В. І. Лучицький, М. І. Безбородько, В. С. Заїка-Новацький, В. В. Шевчук, О. І. Лукієнко, В. М. Загнітко, А. В. Сухорада, Б. І. Ширков.

Львівський національний університет імені І. Франка: Є. М. Лазько, В. П. Кирилук, А. О. Сиворонов, Г. М. Яценко., Л. З. Скакун.

НАН України: Л. Г. Ткачук, М. П. Семененко, І. С. Усенко, Ю. Ю. Юрк, О. І. Слензак, М. О. Ярощук, Е. О. Ярощук, О. Б. Гінтов, В. М. Ісай, О. Б. Фомін, С. В. Нечаєв, Ю. В. Кононов, В. М. Сьомка, С. М. Цимбал, М. П. Щербак, І. Б. Щербаков, Б. Г. Яковлев, Р. Я. Белєвцев, О. С. Іванушко, Л. М. Степанюк, В. М. Скобелев, І. М. Лісна, Т. І. Довбуш, К. Ю. Єсипчук, В. Б. Соллогуб, В. І. Старостенко, С. В. Мичак, Г. В. Муровська, М. І. Орлюк, І. К. Пашкевич, М. І. Бакаржієва, А. В. Марченко, Т. К. Бурахович, А. М. Кушнір, І. Б. Мака-

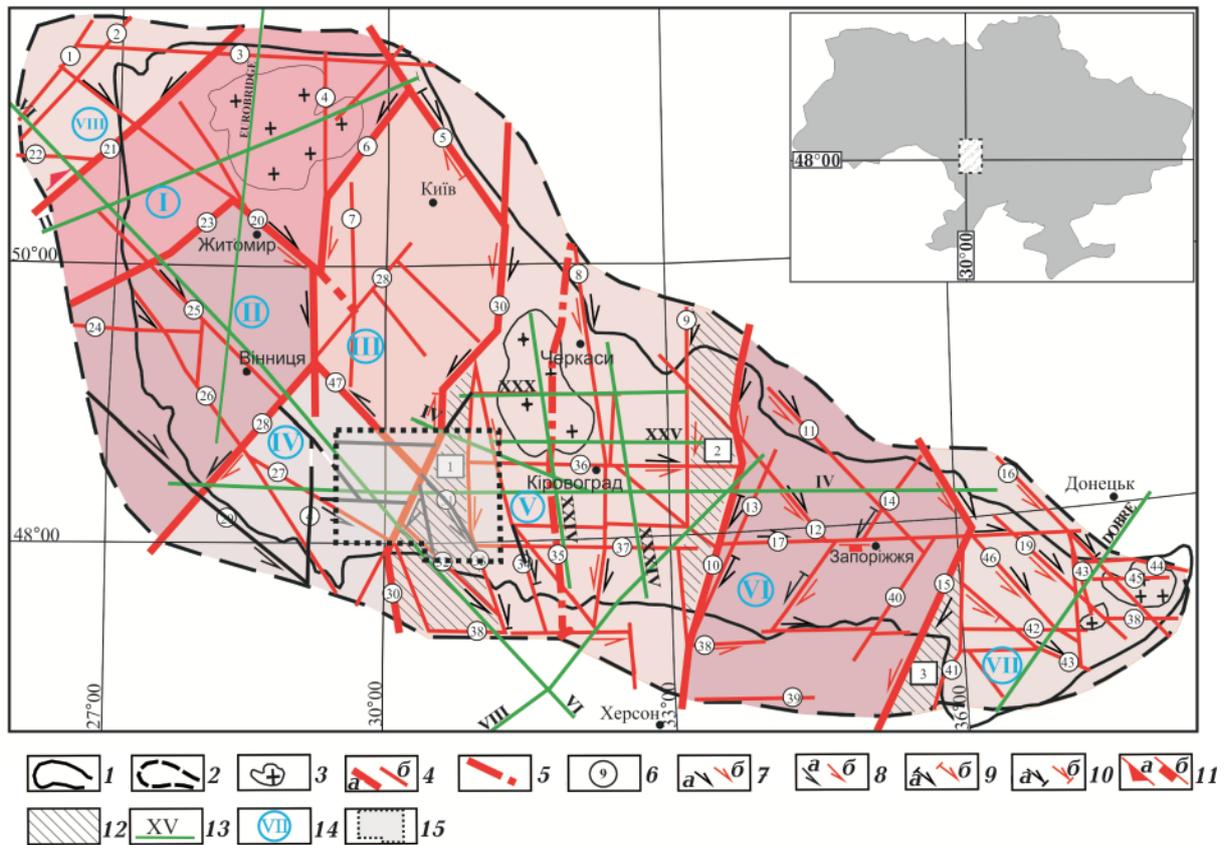


Рис. 1. Положення Побузького гірничорудного району (пунктирний контур) на Схемі мегаблоків і зон розломів Українського щита та його схилів, за [Єнтин та ін., 2002; Гинтов, 2004, 2005, 2014, 2015; Гинтов, Пашкевич, 2010; Старостенко и др., 2011]: 1 — контур відслоненої частини щита; 2 — контур схилів щита, в межах яких простежуються структури докембрійського фундаменту за геофізичними даними; 3 — плутони і великі інтрузивні масиви гранітоїдів; 4 — зони розломів (а, б — між- і внутрішньомегаблокові відповідно; 5 — трансрегіональний тектонічний шов Херсон—Смоленськ); 6 — номер зони розломів; кінематичні знаки (7—11): 7 — правий зсув (а — під час закладання, б — під час головної фази активізації), 8 — лівий зсув (а і б — те саме, що і в 7), 9 — підкидо-зсув (а і б — те саме, що і в 7), 10 — скидо-зсув (а і б — те саме, що і в 7), 11 — підкид (а) і скид (б); 12 — шовні зони (цифри в прямокутниках): 1 — Голованівська, 2 — Інгулецько-Криворізька, 3 — Оріхово-Павлоградська; 13 — профілі ГСЗ; 14 — мегаблоки: (I — Волинський; II — Подільський; III — Росинський; IV — Бузький; V — Інгульський; VI — Середньопридніпровський; VII — Приазовський; VIII — Волино-Поліський вулканоплутонічний пояс); 15 — контур ПГРР.

Зони розломів (арабські цифри в кружках): 1 — Горинська, 2 — Луцька, 3 — Поліська, 4 — Звіздаль-Заліська, 5 — Ядлів-Трахтемирівська, 6 — Чорнобильська, 7 — Брусилівська, 8 — Кіровоградська, 9 — Західноінгулецька, 10 — Криворізько-Кременчуцька, 11 — Дніпродзержинська, 12 — Світловодська, 13 — Саксаганська, 14 — Дерезуватська, 15 — Оріхів-Павлоградська, 16 — Центрально-Волноваска, 17 — Девладівська, 18 — Малоянисольська, 19 — Краснополянська, 20 — Сарненсько-Варварівська, 21 — Суццано-Пержанська, 22 — Володимир-Волинська, 23 — Тетерівська, 24 — Хмельницька, 25 — Хмельницька, 26 — Летичівська, 27 — Ободівська, 28 — Немирівська, 29 — Подільська, 30 — Тальнівська, 31 — Ємилівська, 32 — Врадіївська, 33 — Первомайська, 34 — Звенигородсько-Братська, 35 — Новоукраїнська, 36 — Суботсько-Мошоринська, 37 — Бобринецька, 38 — Конкська, 39 — Горностаївська, 40 — Малокатеринівська, 41 — Азовсько-Павлівська, 42 — Куйбишевська, 43 — Сорокинська, 44 — Південнодонбаська, 45 — Верхньокомишуваска, 46 — Центрально-Приазовська, 47 — Дашівська.

Fig. 1. Position of Bug mining area (dashed line) on the Scheme of megablocks and fault zones of the Ukrainian Shield and its slopes, according to [Yentín et al., 2002; Gintov, 2004, 2005, 2014, 2015; Gintov, Pashkevich, 2010; Starostenko et al., 2011]: 1 — contour of the outcropped part of the shield; 2 — contour of the slopes of the shield, within which the structures of the Precambrian foundation are traced according to geophysical data; 3 — plutons and large intrusive granitoid massifs; 4 — zones of faults (a, b — between and intramegablock respectively); 5 — transregional tectonic seam Kherson—Smolensk; 6 — numbers of zones of faults; 7—11 — kinematic signs

(7 — right shift (a — in the period of origin, b — during the main phase of activation), 8 — left shift (a and b — the same as in 7), 9 — reverse and strike slip fault (a and b — the same as in 7), 10 — normal and strike slip fault (a and b — the same as in 7), 11 — reverse fault (a) and normal fault (b), 12 — suture zones (numbers in rectangles): 1 — Golovanivsk, 2 — Ingulets-Kryviy Rig, 3 — Orikhiv-Pavlograd; 13 — DSS profiles; 14 — megablocks: I — Volyn; II — Podillya; III — Ros; IV — Bug; V — Ingul; VI — middle part of the Peridnieper; VII — Periazov; VIII — Volyn-Polissya volcano-plutonic belt; 15 — contour of Bug mining area (BMA).

Fault zones (Arabic numerals in circles): 1 — Goryn, 2 — Lutsk, 3 — Polissya, 4 — Zvizdal-Zalisk, 5 — Yadviv-Traktemyriy, 6 — Chornobyl, 7 — Brusyliv, 8 — Kirovograd, 9 — Western Ingulets, 10 — Kryviy Rig-Kremenchug, 11 — Dniprodzerzhinsk, 12 — Svitlovodsk, 13 — Saksagan, 14 — Derezuvatka, 15 — Orikhiv-Pavlograd, 16 — Central Volnovakha, 17 — Devladove, 18 — Malo-Yanisol, 19 — Krasnopolyanka, 20 — Sarny-Varvarivka, 21 — Sushchany-Perga, 22 — Volodimir-Volynsk, 23 — Teteriv, 24 — Khmelnytsky, 25 — Khmilnik, 26 — Letychiv, 27 — Obodiv, 28 — Nemyriv, 29 — Podillya, 30 — Talne, 31 — Emiliv, 32 — Vradiivka, 33 — Pervomaisk, 34 — Zvenigorodka-Bratske, 35 — Novoukrainka, 36 — Subbotsy-Moshorino, 37 — Bobrynets, 38 — Konka, 39 — Gornostayivka, 40 — Malo-Katerynivka, 41 — Azov-Pavlivka, 42 — Kuibyshevka, 43 — Sorokyne, 44 — Pivdenniy-Donbass, 45 — Verkhnyokomyshovakha, 46 — Centralnepriazovya, 46 — Dashivka.

ренко, П. Я. Купрієнко, О. С. Савченко, Є. Б. Поляченко, Л. В. Фарфуляк.

УкрДГРІ: П. С. Верем'єв, М. М. Доброхотів, О. Б. Бобров, В. М. Клочков, О. А. Лисенко.

Укр. геол. управління, трест «Київгеологія», трест «Укргеофізрозвідка», МінгеоУРСР: А. В. Красовський, Г. М. Козловська, М. Т. Вадимов, Г. Г. Виноградов, В. І. Сержин, М. Б. Славутський, А. Я. Древін, А. Я. Каневський, В. С. Костюченко, В. А. Єнтін, Г. Х. Димітров, В. В. Зюльде, Р. М. Довгань, В. М. Павлюк, В. Ф. Богатирьов, Л. М. Шимків, А. П. Юрчишин, В. В. Кислюк, П. К. Корнієнко та ін.

ПГО «Кіровогеологія»: А. К. Прусс, А. Х. Бакаржієв, О. Ф. Маківчук, Б. В. Половинкін, М. Ф. Сиродосєв.

Російські вчені: Ю. Ір. Половінкіна, Е. Б. Налівкіна, М. Г. Равіч, О. В. Бібікова, С. Б. Лобач-Жученко, В. В. Балаганський, Ш. К. Балтинбаєв.

Історія геологічного вивчення ПГРР почалася з дослідження поширених тут гранітоїдних порід, які В. І. Лучицький у 1920-х роках відніс до відомих на Індійському щиті чарнокітів. У 1930-х роках М. І. Безбородько виявив, що основним польовошпатовим мінералом у цих породах є плагіоклаз, і тому заперечив їх віднесення до чарнокітів, назвавши їх новим терміном «бугіти». Через репресії, під які потрапив Микола Іванович, термін «бугіти» в геологічній літературі більш не згадували, а назва «чарнокіт» зберіглася на досить тривалий період. Лише у 1967 р. відомий дослідник Антарктиди М. Г. Равіч, вивча-

ючи породи Кошаро-Олександрівського кар'єру, встановив, що «чарнокіти» Побужжя — аналог ендербітів Антарктиди і тому їх потрібно іменувати ендербітами, і це швидко було сприйнято українськими геологами. Пізніше було встановлено, що серед ендербітів ПГРР є невеликі ділянки й справжніх чарнокітів, а ендербіти здебільшого характеризуються смугастістю і розгнейсованістю. Тому на сьогодні існує найбільш широко розповсюджений термін «гнейсоендербіти» або «ендербітогнейси». Іноді також використовують терміни «чарнокіт-ендербіти» і «чарноендербіти». У своїй праці ми використовуємо терміни «ендербіти», «ендербітогнейси» та «чарнокіти».

На початку 1930-х років відомий петрограф і петролог М. І. Безбородько, першим з українських геологів приставши до вчення П. Ескола про мінеральні фації та метаморфізм гірських порід, відкрив на Середньому Побужжі і дав повний опис всіх відслонень польовошпатових кварцитів, список яких важко доповнити й нині.

Наступним етапом геологічного вивчення ПГРР стало намагання встановити стратиграфічний поділ порід раннього докембрію УЩ, особливо його гранулітових комплексів, а також пошуки родовищ корисних копалин району. Останнє завдання виявилось успішним, ніж перше, оскільки стратиграфія раннього докембрію УЩ є й на сьогодні проблемою постійних дискусій.

Як писав І. Б. Щербаков [Щербаков, 2005], стратиграфічне розчленування По-

бужжя має довгу і запутану історію. Спочатку одночасно М. І. Безбородько і В. І. Лучицький у 1939 р. виділили тетерівсько-бузьку, у 1953 р. Ю. Ю. Юрком — бузьку, а в 1960 р. Ю. Ір. Половинкіною — дністровсько-бузьку серії. У 1968—1970 рр. за даними Г. М. Козловської, В. П. Кирилюка, Е. Б. Наливкіної та ізотопно-геохронологічних досліджень М. П. Семененка і М. П. Щербака тетерівсько-бузька серія була поділена на тетерівську і бузьку. Таким чином, на сьогодні у межах площі поширення гранулітових комплексів ПГРР виділяють дві серії — древнішу (еопалеоархейську) дністровсько-бузьку і молодшу бузьку. Вік останньої, за даними радіогеохронології, — неоархей-ранньопротерозойський [Щербак и др., 2005, 2008; Степанюк та ін., 2010].

На двох ділянках — біля сіл Кошаро-Олександрівка і Хощувате та Завалля, ще А. В. Красовський, Г. М. Козловська, В. І. Лучицький і М. І. Безбородько описали потужні товщі кварцит-глиноземистих (у першому випадку) і карбонатних та графітових (у другому) порід, котрі пізніше дістали ім'я кошаро-олександрівської та хащувато-заваллівської світ, внесених у хроностратиграфічну схему УЩ (1998 та 2003 рр.). Комплекси цих порід розкрито свердловинами в багатьох районах ПГРР, проте вони, як правило, відрізняються потужністю головних складових і випадінням з розрізів окремих різновидів порід. Це призвело до того, що геологи-знімальники нерідко плутаються в ідентифікації названих світ. Якщо, наприклад, Г. Г. Виноградов [Виноградов, Палий, 1971] відносив породи окремих структур до кошаро-олександрівської світи, то В. М. Клочков [Державна..., 2004] ті самі породи — до хащувато-заваллівської. З огляду на такі складнощі, В. С. Костюченко з колегами [Костюченко и др., 1990] відмовились від зображення на карті аркуша М-36-XXXI обох світ і позначали такі породи як бузьку серію, що, ймовірно, більш вдало. Це й не дивно, тому що головні складові обох світ — польовошпатові кварцити й кальцифіри — мають максимальну потужність лише в місцях їх першої фіксації. В інших райо-

нах вони однаково малопотужні, поширені поряд без чіткої послідовності, і такі ділянки можна відносити як до однієї, так і до іншої світи.

Складна будова гранулітових комплексів Побужжя, в яких іноді спостерігається перемежування різновидів порід потужністю в декілька міліметрів і сантиметрів, вже давно вимагала формаційного підходу до їх картування. З початку 1970-х років формаційним аналізом породних комплексів тут займалися І. С. Усенко, Г. І. Каляєв, І. Б. Щербаков та ін. Найбільшого успіху в цьому відношенні досягла група львівських геологів під керівництвом Є. М. Лазька (В. П. Кирилюк, А. О. Сиворонів, Г. М. Яценко). Виділені ними в 1975 р. саме при дослідженні ПГРР формації гірських порід [Лазько и др., 1975, 1986] не втратили свого значення, за деякими винятками, й досі.

Проте ця робота, з нашої точки зору, була знівельована тоді, коли, за ініціатииви В. П. Кирилюка, формаційні підрозділи порід Побужжя отримали назви світ і до них був застосований принцип послідовного нашарування із включенням деяких світ у кореляційну стратиграфічну схему УЩ [Кирилюк, 1982, 1986, 2017]. Це відбулося саме в той час, коли з'явилися матеріали досліджень порід кошаро-олександрівської, хащувато-заваллівської та зеленолевадівської світ, які вказували на гідротермально-метасоматичне походження багатьох їх складових [Михайлов, 1983; Довгань и др., 1989; Нечаев, Семка, 1989; Изучение..., 1990; Степанюк, 1997, 2000, 2017, 2018; Павлюк та ін., 2008; Шакіна, Скакун, 2010; Пономаренко та ін., 2018].

Що стосується корисних копалин, то роботами українських учених і виробників ПГРР перетворено на район типу «Ільменського заповіднику», де трапляється дуже багато різновидів металевих і неметалевих родовищ і рудопроявів. Так, А. В. Красовський і Г. М. Козловська відкрили Хащуватське родовище залізо-манганових руд; В. І. Лучицький — всесвітньо відоме Заваллівське родовище графіту (розвідане В. В. Мокринським); М. І. Без-

бородько — Шамраївське родовище білих кварцитів; Д. В. Бабієнко — Грушківське родовище гіпергенних залізних руд, а також інтенсивні магнітні аномалії Голованівської шовної зони (ГШЗ), в межах яких пізніше А. Я. Каневський, О. Б. Гінтов, В. А. Єнтін відкрили родовища і рудопрояви залістих кварцитів і легкозбагачувальних залізо-карбонатних руд. У першій половині 1950-х років при пошуках бокситів М. Б. Славутський відкрив нікеленосні нонтроніти річки Суха та Мокра Деренюхи, які стали відомими як Побузьке родовище силікатного нікелю; багато масивів серпентинітів з нікеленою нонтронітовою корою вивітрювання в межах цього родовища відкрито та опішковано Г. Г. Виноградовим. І. І. Шевчишин відкрив Капітанівське родовище хромітів, С. В. Нечаєв та Ю. В. Кононов — уран-торієві родовища «Балка Корабельна», продовжені на північ Лозуватсько-Калинівським рудним полем роботами Кіровської експедиції Середмашу СРСР. Цією ж експедицією відкрито Майське родовище золота, яке детально вивчене С. В. Нечаєвим, О. Б. Бобровим та ін., що дало початок відкриттю Савранського золоторудного поля в межах Тальнівської зони розломів. Друге золоторудне поле — Липовеньківсько-Сухоташлицьке, нещодавно окреслене В. Н. Павлюком та ін. Під час геологічного знімання Г. Г. Виноградов та В. С. Костюченко виявили багато рудопровів нікелю, кобальту, хрому, міді, молібдену, мангану, титану, бісмуту, апатиту, золота. Шліхове опробування алювіальних відкладів річок Ятрань, Синюха, Південний Буг та інших дало змогу визначити не менше 20 точок з кристалами алмазу. На всій досліджуваній території ПГРР широко поширені родовища і прояви первинних каолінів та кар'єри будматеріалів — бутового каменю і щебню з чарнокітів і рожевих гранітів.

Потрібно зауважити, що геологічна і, особливо, металогенічна привабливість ПГРР була цілком доведена ще в середині минулого століття, коли наукові геолого-геофізичні дослідження і геологорозвідувальні роботи, на відміну від сьогодення,

розвивалися високими темпами. Крім перелічених вище родовищ було встановлено ще не менше 300 рудопровів чорних, кольорових, благородних, рідкісних металів та рідкісноземельних елементів, графіту. Особливо слід зазначити перспективність району на розробку родовищ залізних руд і мангану, графіту, золота, вольфраму та молібдену, рідкісноземельних елементів [Костюченко и др., 1990; Ентин, Лукаш, 1998; Державна..., 2004; Довгань и др., 2006; Павлюк та ін., 2008, 2019; Гинтов и др., 2018; Нечаев и др., 2019а,б]. Положення основних родовищ корисних копалин показано на Структурно-петрофізичній карті ПГРР (рис. 2 див. вклейку), але якби була можливість винести на карту всі зафіксовані тут рудопрояви і старі родовища, то для іншої важливої для подальшого розгляду геологічної і геофізичної інформації не залишилося б місця.

Сучасна геологічна вивченість ПГРР була б абсолютно неможлива без детальних геофізичних робіт, які почали виконувати тут наприкінці 1940-х років. Відносно добра відслоненість району давала змогу досліджувати мінералогію і петроструктурні особливості порід кристалічного фундаменту, але тектоніка району і детальний структурний план земної кори залишалися б «terra incognita».

Детальні магнітне (масштабу 1:10 000, 1:5000) і гравіметричне (масштабів 1:200000, 1:50 000 і 1:10 000) знімання були виконані в межах району під керівництвом В. І. Сержина, Г. С. Бутакова, О. Б. Гінтова, В. А. Єнтіна. Інтерпретацію отриманих матеріалів виконували під керівництвом тих самих авторів, а також Г. К. Кужелова, В. І. Старостенка, І. Б. Макаренко, М. І. Орлюка, І. К. Пашкевич. Геоелектричні дослідження методом МТЗ та інтерпретацію їх матеріалів виконано під керівництвом О. І. Інгерова, В. І. Трегубенка, Т. К. Бурахович, Б. І. Ширкова, А. М. Кушніра. Сейсмічні роботи методом ЗГТ виконані під керівництвом Л. М. Шимківа. Глибинні дослідження методом ГСЗ на геотраверсах IV і VI виконані під керівництвом В. Б. Соллогуба, в інтерпретації їх матеріалів брали участь

В. Б. Соллогуб, А. В. Чекунов, О. А. Трипільський, Т. В. Ільченко, О. Б. Гинтов, В. М. Ісай, Д. В. Лисинчук, Л. В. Фарфуляк.

За результатами геофізичних досліджень побудовано структурні карти ПГРР, в його межах виявлено найбільші (за інтенсивністю) на УЩ Голованівський і Бандурівський гравітаційні максимуми, закартовано всі наявні розломи та їх зони, масиви базитів і гіпербазитів, залізородні структури.

Найбільшу «віддачу» для геологів давали матеріали детального магнітного знімання. Всі геологічні карти масштабу 1:50 000 побудовані Г. Г. Виноградовим на його основі. Пізніші автори (В. С. Костюченко, Р. М. Довгань, В. В. Кислюк, В. В. Зюльце та ін.) вдало використовували й матеріали гравіметричного знімання. Проте результати геоелектричних і сейсмічних досліджень і досі використовують лише геофізики.

Принципи побудови Структурно-петрофізичної карти масштабу 1:100 000. На представленій Структурно-петрофізичній карті (рис. 2)¹ ПГРР обмежений паралелями 48°00' і 48°40' пн. ш., меридіанами 29°30' і 31°00' сх. д. [(аркуші масштабу 1:200 000 М-35-XXXVI-Гайворон (східна половина) та М-36-XXXI-Первомайськ)] з невеликим додатком району сіл Кумари та Кримка південніше паралелі 48°00' (північна частина листа L-36-I-Вознесенськ). Адміністративно він охоплює частини Гайсинського та Бершадського районів Вінницької області; Гайворонського, Ульяновського, Голованівського, Новоархангельського, Вільшанського районів Кіровоградської області; Савранського та Кривоозерського районів Одеської області; Первомайського та Владіївського районів Миколаївської області.

Розгляд ліпше всього почати з таблиці умовних позначень (рис. 2, на звороті). На відміну від попередньої карти ГШЗ [Гинтов и др., 2016] умовні позначення для ПГРР наближено до таблиць умовних, прийнятих для геологічних карт УЩ. Показано еони, ери, при цьому введено еоархейську еру, оскільки за радіоізотопними даними,

¹ Карту побудовано в масштабі 1:100 000 і зменшено до розмірів рисунку. В електронній версії журналу її можна збільшувати до потрібного масштабу.

як зазначено вище, ендербітогнейси ПГРР можуть мати вік більш як 3600 млн років, тобто породи дністровсько-бузької серії, що є для них вихідними, ще древніші. Показано, зазвичай, три серії метаморфічних порід — дністровсько-бузьку, бузьку і росинсько-тікицьку. Спірним є питання віднесення до дністровсько-бузької серії порід кінцигітової формації, які, за даними Л. М. Степанюка, мають палеопротерозойський вік [Степанюк, 2000] (слід також зазначити, що набір порід, подібних до кінцигітової формації, широко поширений в структурах, які належать до молдовського таксона бузької серії). Зовсім не показано світи метаморфічних порід, обґрунтування чому буде наведено у подальшому.

Речовинний склад і фізичні властивості порід порівняно з описом порід ГШЗ [Гинтов и др., 2016] не зазнали значних змін, тому детальну характеристику таксонів у цій статті не наведено і подано у скороченому вигляді. У зв'язку з тим, що до карти увійшла східна половина листа М-35-XXXVI-Гайворон, до списку таксонів додано ще декілька — Брідокський (біотит-амфіболові кристалосланці росинсько-тікицької серії), а також Чернятський, Березівський і Маньківський, пов'язані з результатами дослідження великої палеодайки та Маньківської зони розломів [Єнтин и др., 2019]. Чернятський таксон відповідає магнітоактивним породам типу динамометаморфічно змінених діоритів, точну назву яких поки що не встановлено. Березівський таксон — піроксен-амфіболові магнітоактивні кристалосланці, що утворюють поперек тіла серед порід попереднього типу. Маньківський таксон — породи основного чи ультраосновного складу, які утворюють кільцеву гравітаційну і магнітну аномалію на південно-західному закінченні палеодайки, тобто відображають швидше за все осередок підняття її матеріалу до поверхні. Вивчення порід палеодайки ще триває.

До таблиці умовних позначень включено також формаційну приналежність груп порід за Є. М. Лазьком та ін. (1975) і В. П. Кирилюком (2015), яка є загальноприйнятою. Виключено лише лейкогра-

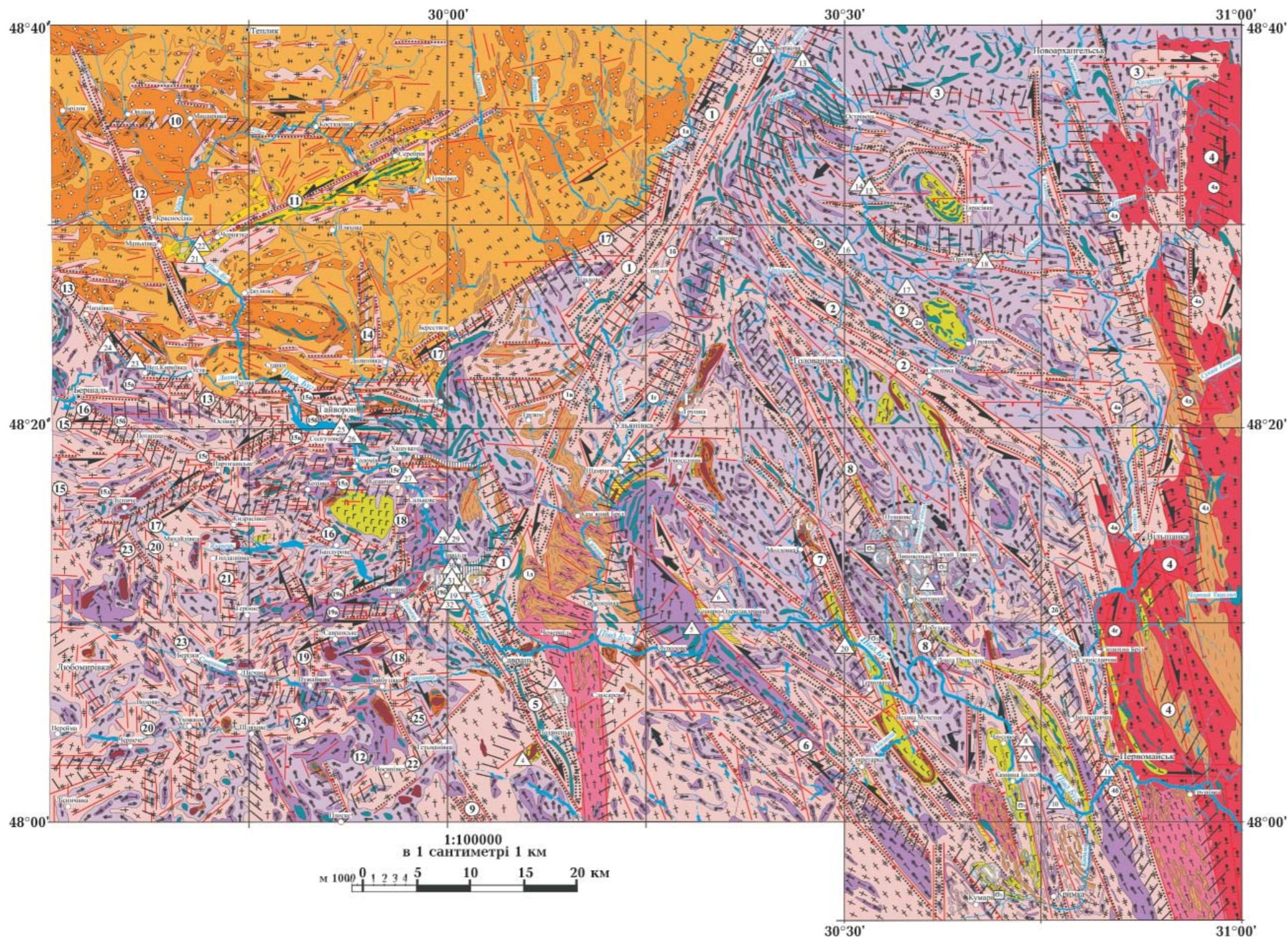


Рис. 2. Структурно-петрофізична карта Побузького гірничорудного району. Автори О. Б. Гінтов, В. А. Єнтин, С. В. Мичак, Л. В. Фарфуляк.

Зони розломів та їх зони сколювання (в дужках), а також вік закладання, в млрд років, за тектонофізичними даними: 1 — Тальнівська (1а — Заячківська, 1б — Коржівська, 1в — Синицівська, 1г — Грушківська, 1д — Кам'янобрідська) — 2,30; 2 — Ємилівська (2а — Краснопільська, 2б — Сухоташильська) — >2,50; 3 — Суботсько-Мошоринська — 1,8—1,85; 4 — Первомайська (4а — Гнилотікицька, 4б — Синюхинобрідська, 4в — Вільшанська, 4г — Калмазівська, 4д — Костянтинівська) — 2,45; 5 — Савранська; 6 — Владіївська — >2,50; 7 — Молдовська — 2,45; 8 — Довгопристанська; 9 — Гвоздавська — 2,45; 10 — Костюківська — 1,80—1,85; 11 — Манківська — 2,04—2,05; 12 — Красносілівська — 2,04—2,05; 13 — Хмільницька — 1,99; 14 — Долинівська — 1,8—1,85; 15 — Гайворонська (15а — Устя-Ставська, 15б — власне Гайворонська, 15в — Солгутівська, 15г — Хашуватська, 15д — Казавчинська) — 2,45; 16 — Ободівська — >2,50; 17 — Берестягівська — 2,04—2,05; 18 — Кам'янська — 1,80—1,85; 19 — Завалівська (19а — в ласне Завалівська — 2,45, 19б — Піщансько-Жакчицька, 19в — Яланецька — 2,04—2,05); 20 — Михайлівська — 1,80—1,85; 21 — Голдашівська; 22 — Йосипівська; 23 — Берізки-Чечельницька; 24 — Гербіне-Плоськівська; 25 — Гетьманівська.

Fig. 2. Structural and petrophysical map of the Bug Mining Area. Authors O. B. Gintov V. A. Entin S. V. Mychak L. V. Farfuliak.

Fault zones and their shear zones (in brackets), as well as the age of the origin in billions of years according to tectonophysical data: 1 — Talne (1a — Zayachkivka, 1b — Korzhivka, 1v — Synytsivka, 1r — Grushiivka, 1d — Kamyaniy Brid) — 2,30; 2 — Emilivka (2a — Krasnopillya, 2b — Suchiy Tashlyk) — more 2,50; 3 — Subotsk-Moshorino — 1,8—1,85; 4 — Pervomaisk (4a — Gniliy Tikych, 4b — Synyukhin Brid, 4v — Vilshanka, 4r — Kalmazivka, 4d — Kostyantynivka) — 2,45; 5 — Savran; 6 — Vradiyevka — more 2,50; 7 — Moldovka — 2,45; 8 — Dovga Prystan; 9 — Gvozdavka — 2,45; 10 — Kostyukivka — 1,80—1,85; 11 — Mankivka — 2,04—2,05; 12 — Krasnosilka — 2,04—2,05; 13 — Khmilnyk — 1,99; 14 — Dolynivka — 1,8—1,85; 15 — Gayvoron (15a — Ustyia—Stavske, 15b — actually Gayvoron, 15v — Solgutove, 15r — Khashchuvate, 15d — Kazavchyn) — 2,45; 16 — Obodivka — more 2,50; 17 — Berestyagy — 2,04—2,05; 18 — Kamyanka — 1,80—1,85; 19 — Zavallya (19a — actually Zavallya — 2,45, 19b — Pischanka-Zhakchik, 19v — Yalanets — 2,04—2,05); 20 — Mychailivka — 1,80—1,85; 21 — Goldashivka; 22 — Josypivka; 23 — Berizky-Chechelnyk; 24 — Gerbine-Ploske; 25 — Hetmaniv.

нулітову формацію, яка за даними [Пономаренко та ін., 2018] має дислокаційно-метасоматичне походження і має бути включена до таксона зон розломів.

На Карту винесено найбільш крупні родовища корисних копалин, а також місця відбору проб на ізотопний аналіз та їх номери. Нижче наведено заокруглені дані про ізотопний вік порід в млрд років, за [Степанюк и др., 2010, 2016, 2017, 2018] відповідно до номерів: **1** — евлізити — $1,9 \pm 0,01$, мрамори — 2,0; **2** — білі польовошпатові кварцити — $2,8 \pm 0,4$; **3** — плагіограніт сірий середньозернистий — 2,6, граніт апліт-пегматоїдний — $2,4 \pm 0,07$; **4** — граніт біотитовий — $2,1 \pm 0,1$; **5** — ендербіт — $2,8 \pm 0,03$; **6** — темно-сірий кварцит — 2,7 (за цирконом), $2,1 \pm 0,004$ (за монацитом); **7** — хроміти та хромітоносні породи — 3,0; **8** — граніт рожевий крупнозернистий жильний — $2,0 \pm 0,08$; **9** — ультрамафіт — $2,3 \pm 0,02$; **10** — чарнокіт — $2,0 \pm 0,1$; **11** — чарнокіт — $2,9 \pm 0,27$ (за цирконом), $2,0 \pm 0,06$ (за монацитом); **12** — катаклазований ро-

жевий граніт — $2,0 \pm 0,005$; **15** — чарнокіт — $2,01 \pm 0,005$; **16** — граніт біотитовий рожевий жильний — $2,04 \pm 0,001$; **19** — кварцити «Білої скелі» — 2,5; **20** — граніт біотитовий слабко катаклазований — $2,03 \pm 0,002$; **23** —

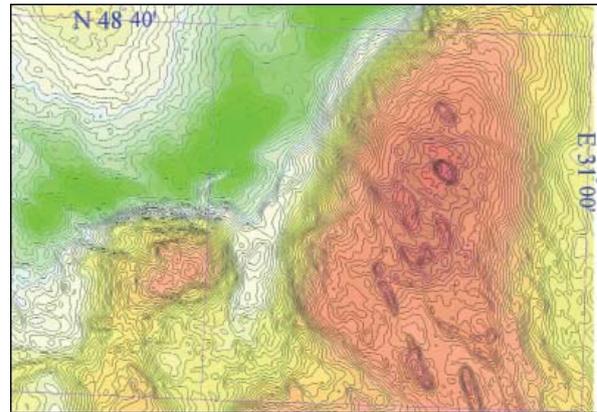


Рис. 3. Гравіметрична карта Побузького гірничорудного району (аномалії в редуції Буге, $\sigma=2,3 \text{ г/см}^3$), за [Ентін и др., 2015].

Fig. 3. Gravimetric map of BMA (anomalies in Bougue reduction, $\sigma=2,3 \text{ g/cm}^3$), according to [Entin et al., 2015].

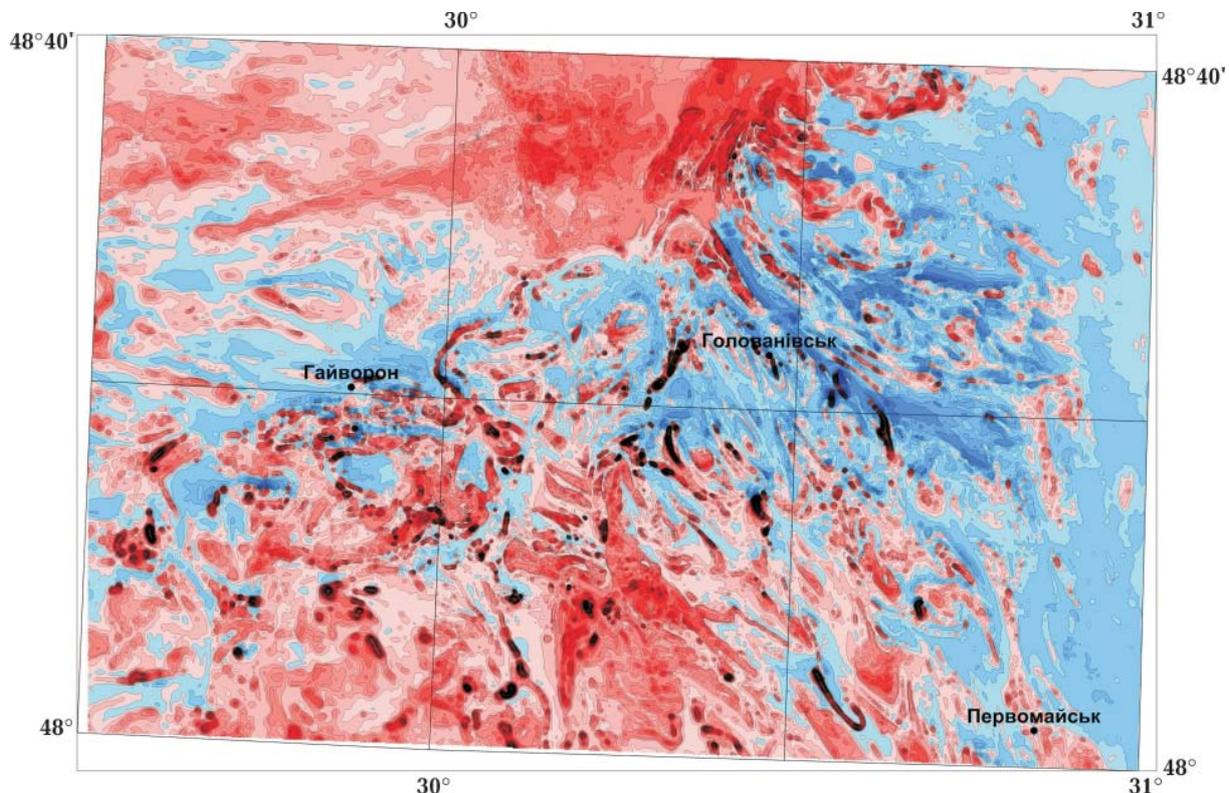


Рис. 4. Карта аномального магнітного поля (ΔT_a) ПГРР, за [Орлюк та ін., 2018, 2019; Orlyuk et al., 2018].

Fig. 4. Map of the anomalous magnetic field (ΔT_a) of BMA, according to [Орлюк та ін., 2018, 2019; Orlyuk et al., 2018].

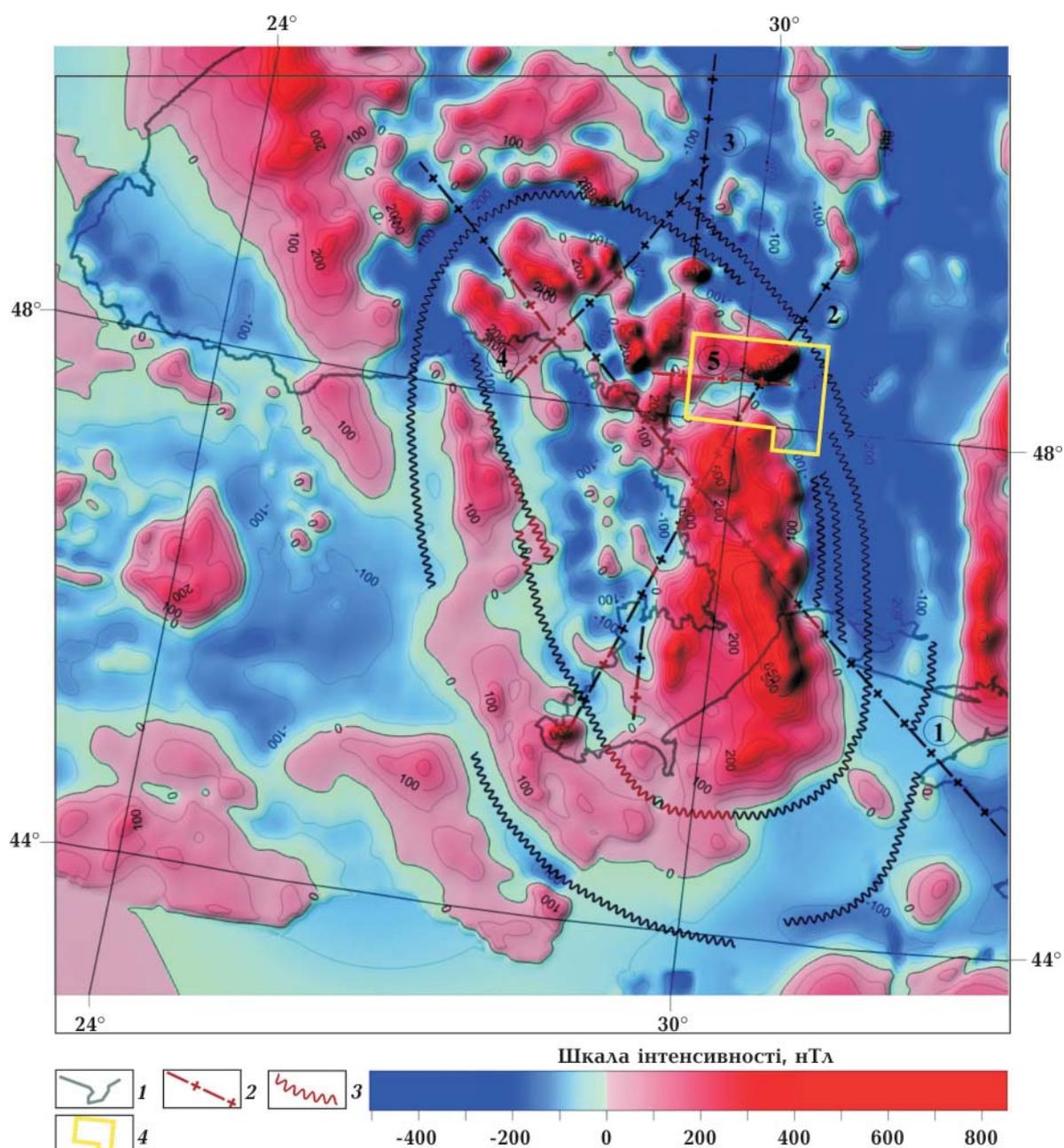


Рис. 5. Магнітне поле південного заходу України та суміжних територій [Орлюк, 2000; Довгань та ін., 2009; Chulliat et al., 2015]: 1 — державний кордон України; 2 — зони трансмегаблокових коромантийних розломів (цифри у кругах: 1 — Подільська, 2 — Тальнівська, 3 — Звіздаль-Залісько-Кілійська, 4 — Немирівська, 5 — Гайворонська); 3 — осі негативних лінійних аномалій, які окреслюють овалоподібний сегмент магнітного поля; 4 — контур ПГРР.

Fig. 5. The magnetic field of the southwestern Ukraine and adjacent territories [Orlyuk, 2000; Dovgan et al., 2009; Chulliat et al., 2015]: 1 — border of Ukraine; 2 — zones of trans-megablock coromantic faults (figures in circles: 1 — Podillya, 2 — Talne, 3 — Zvizdal-Zalissyа—Kiliya, 4 — Nemyriv, 5 — Hayvoroniv); 3 — the axis of negative linear anomalies that outline the oval segment of the magnetic field; 4 — outline of the BMA.

червоно-сірий катаклазований граніт — $2,04 \pm 0,002$; **24** — середньо-дрібнозернистий катаклазований граніт — $2,04 \pm 0,001$; **25**

— плагіогнейс біотитовий — $2,03 \pm 0,002$; **26** — кварц-гранат-двопольовошпатовий метасоматит — $1,99 \pm 0,001$; **28** — ендербіто-

гнейс — ≥ 3.65 , ендербіто-гнейс — 3,2—3,4, грануліт — $2,8 \pm 0,1$; **29** — ендербіто-гнейс — 3,0, жили та дайки кристалосланців і ендербітів — 1,9—2,0; **30** — гнейси біотит-двопіроксенові — $2,6 \pm 0,15$; **31** — пегматит — $1,98 \pm 0,002$; **32** — м'ясо-червоні біотитові пегматоїдні граніти — 1,91. Деякі номери у списку пропущені, тому що проби відібраних на ізотопію порід ще обробляються.

На карті окремими знаками подано, з одного боку, мілонітові, ультрамілонітові та бластомілонітові шви, а з іншого — динамометаморфічно і метасоматично змінені породи, представлені зазвичай катаклазованими породами і такими їх структурно-текстурними елементами, як лінійність, сланцюватість, гнейсуватість, мігматитова смугастість. У першому випадку ознаки розлому очевидні, а в другому визнаються не всіма, хоча вузьколінійний характер зон розвитку таких порід, орієнтація мінералів, мікроструктурні ознаки тощо вказують на процеси стресу й активного переміщення матеріалу саме в таких зонах. Вони, як і мілонітові шви, є елементарними розломами, або, як прийнято в тектонофізиці, сколами і зонами сколювання, що в сукупності складають зону розлому. І перші, і другі зазвичай трапляються поряд, і майже завжди можна спостерігати поступові переходи від легкої витягнутості зерен кварцу, польового шпату і темнокольорових мінералів до чіткої лінійності, сланцюватості бластомілонітів і мілонітів.

Як бачимо з карти, зони сколювання завдовжки від 10 до 30 км і більше спостерігаються на деякій відстані одна від одної і розділені ділянками менш дислокаційно деформованих порід. Проте на геофізичних картах (рис. 3, 4), особливо гравітаційних, їх об'єднують лінійні зони великих градієнтів або зони мінімумів, що вказує на приналежність таких зон до більших глибинних розломів, таких як Первомайський, Тальнівський, Врадіївський, Чистяківський та інші. Ділянки порід, що їх розділяють, є залишками древнішого частково омолодженого фундаменту — гігантськими «будинами» [Щербак та ін., 2008], які зазнали менш сильних динамометаморфіч-

них перетворень, але, як правило, розвернуті та витягнуті відповідно до простягання зон сколювання.

Речовинний склад порід на карті незначно відрізняється від такого, що показаний на геологічних картах аркушів М-35-XXXVI [Кислюк та ін., 2011] і М-36-XXXI [Костюченко та ін., 1990]. Внесено лише деякі зміни або доповнення у зв'язку з різним проявом окремих відмін порід у геофізичних полях. Наприклад, породи ендербітогнейсової формації поділено у роботі [Кислюк та ін., 2011] на ендербіти гнейсоподібні чи масивні та чарнокіти, чарноендербіти, а в роботі [Костюченко та ін., 1990] на ендербіто-гнейси та чарнокіти, нерідко з гранатом. Зрозуміло, що такий поділ був пов'язаний з різним проявом цих порід у гравітаційному і магнітному полях: від досить інтенсивних до слабкоінтенсивних. Утім геологічних даних не завжди вистачає для визначення точного складу ендербітоїдів і відділення ендербітів від чарнокітів. Тому в таблиці умовних позначень ці породи показано як ендербіти, чарнокіти з крупними вклученнями кристалосланців двопіроксен-плагіоклазових (γh^1) та ендербіти, чарнокіти з дрібними вклученнями кристалосланців двопіроксен-плагіоклазових і рожевих гранітів (γh^2), що добре узгоджується з геофізичними даними.

Серед інтрузивних порід основного складу виділено два таксони — Троянський, Кумарівський в межах всієї території ПГРР та Маньківський в межах Росинського мегаблока, оскільки останній може являти собою кільцеву дайку.

Плагіогнейси афібол-біотитові і біотитові східної частини ГШЗ, які раніше входили до складу дністровсько-бузької та бузької серій, вклучено у молодший чорноташлицький таксон. Вузькі смуги цих гнейсів закартовані Г. Г. Виноградовим у межах Первомайської зони розломів по річках Сухий та Чорний Ташлики, Синюха та ін., а нами доведено [Гинтов и др., 2016], що такі смуги є зонами сколювання, в яких породи гранулітового фундаменту розгнейсовані до складу біотитових гнейсів

і супроводжуються сильним динамометаморфізмом до мілонітів та бластомілонітів.

У південній частині Росинського мегаблока, яка входить до складу ПГРР, виключено з розгляду плагіогранітоїди ультраметаморфічного тетіївського комплексу [Кислюк та ін., 2011], котрі важко відрізнити від аналогічних порід гайсинського комплексу і петротип яких поширений в басейні р. Рось північніше площі розвитку собітів (І. Б. Щербаков виділив цей комплекс і зазначав [Щербаков, 2005, с. 165], що площа розвитку тетіївського комплексу знаходиться в районі м. Біла Церква і на північ від нього). Раніше дослідники, які вивчали південну частину Росинського мегаблока (останніми були В. С. Костюченко та інші геологи Правобережної експедиції [Костюченко та ін., 1990]), виділяли тут лише гранітоїди уманського і гайсинського типу, хоча тетіївський комплекс був уже відомий. Чи достатньо було підстав авторам робіт [Державна..., 2004] і [Кислюк та ін., 2011] замінити палеопротерозойські «плагіограніти та плагіомігматити біотитові, часто з амфіболом» гайсинського комплексу на неоархейські «плагіограніти та плагіомігматити, інколи з амфіболом» тетіївського комплексу, не відомо. Оскільки архейських датувань гранітоїдних порід в цьому районі не одержано ([Степанюк, 2000], а також сучасні, ще не опубліковані дані), гадаємо, що ліпше покладатися на авторитет І. Б. Щербакова, котрий вважав собіти перехідними породами між чарнокітами і нормальними двопольовошпатовими гранітами типу уманських. Численні ксеноліти в них представлені породами дністровсько-бузької серії — двопіроксен-плагіоклазовими кристалосланцями, кальцифірами, залістими кварцитами та ін. [Щербаков, 2005, с. 164].

Дискусія. Таким чином, ми розглянули принципи побудови і деякі моменти змісту Структурно-петрофізичної карти. Після цього можна звернутися до питань, відповіді на які у статті видаються авторам найбільш переконливими, хоча опоненти можуть мати й інші думки.

Насамперед, це стосується тектоніч-

ного положення ПГРР і його глибинної будови. Тому звернімося до регіональних геофізичних даних. На рис. 5 показано карту аномального магнітного поля (ΔT_a) південного заходу України та суміжних територій, на якій бачимо, що ПГРР — це невелика відслонена частина гігантської (680×400 км) овалоподібної структури (близької до Південного тектоноконцентру, за [Гинтов, 1978]), закладеної, за геологічними даними [Орлюк, 2000; Довгань та ін., 2009], ще в архей і яка «проглядає» крізь сучасні геологічні структури шельфу Чорного моря, Молдови, Румунії. В межах цієї неоднорідності розміщуються джерела Вінницької, Гайсинської, Уманської, Ананьївської та Одеської регіональних аномалій. Згідно з роботою [Орлюк, 2000], магнітні джерела з намагніченістю 1,0—4,0 А/м знаходяться на глибинах 10—60 км і сформовані на декількох етапах розвитку літосфери (3,2—2,9; 2,8—2,75; 2,55—2,25; 1,9—2,0 млрд років). Ці дані ми вже наводили [Гинтов та ін., 2018] для доведення того, що Бузький мегаблок, частиною якого є ПГРР, не можна об'єднувати з Росинським в один Бузько-Росинський мегаблок (див. працю [Костенко, 2016]).

ПГРР поділений Тальнівською зоною розломів на західну та східну частини, і цей поділ відбувся вже після оформлення гранулітової основи кристалічного фундаменту, яка зазнала декількох фаз активізації. Остання потужна активізація була близько 1,99—2,05 млрд років тому, виходячи з уран-свинцевого ізотопного віку монацитів чарнокітоїдів Ятранського блока [Степанюк та ін., 2018] та чарноендербітів Гайворон-Заваллівського району [Щербак и др., 2008]. Їй передували активізації 2,8 млрд років тому [Лесная, Касьяненко, 2015] та 2,3 млрд років тому [Лобач-Жученко и др., 2013]. Вік (по цирконах) гранітоїдів Савранського рудного поля, яке входить до Тальнівської зони розломів, становить від 2,04 до 2,5—2,6 млрд р. [Щербак и др., 2008]. Тому можна вважати, що прийнятий у свій час [Гинтов, 2005] вік закладання Тальнівської зони відповідає часовій активізації 2,3 млрд років тому і є оптимальним.

Поділ ПГРР на дві частини, які до часу 2,3 млрд років тому належали до Бузького мегаблока, а ГШЗ була його східною крайовою геокліналлю, спричинив до зсуворозсуву цих частин і приєднання шовної зони до Інгульського мегаблока УЩ [Гінтов, 2014]. Про це передусім свідчить металогенія ГШЗ, близька до металогенії цього мегаблока [Нечаев и др., 2019a], а також те, що останнє блокування центральної і західної частини УЩ відбулось у протерозої і геодинамічно відрізнялося від архейського [Гінтов та ін., 2018].

Північно-західна частина ПГРР належить, згідно з [Тектонічна..., 2007], до південної частини Росинсько-Тікицького (Росинського, за [Гінтов та ін., 2018]) мегаблока УЩ. Приєднання цієї частини мегаблока до ПГРР пояснюється її металогенічною насиченістю [Ентин, Лукаш, 1998] та петрологічною близькістю до бузької частини.

Проведення північної межі Бузького мегаблока є спірним питанням, що відобразилося і у протиріччі між гравітаційними і магнітними даними: за першими межа між Бузьким і Росинським мегаблоками проходить так, як це показано на Тектонічній карті України [Тектонічна..., 2007], а також на рис. 2 (тобто по Берестягівській і Хмільникській зонах розломів); за другими вона має проходити по Дашівській зоні, як це показано на Схемі розломно-блокової тектоніки УЩ (див. рис. 1). Нині видається, що другий варіант відображає древнішу межу Бузького мегаблока, яка існувала ще до протерозойського перерозподілу західної частини щита.

Становить інтерес також питання про природу Голованівської (65 мГл) і Бандурівської (50 мГл) гравітаційних аномалій (рис. 3). Центральна частина першої, а друга повністю входять до площі ПГРР, багато геологів їх розглядають як залишкові синклінорії, складені древніми вулканогенно-осадовими породами (гнейсами та кристалосланцями), серед молодших гранітоїдних порід (див., наприклад: [Древин, 1966; Кирилюк, 1982, 1986, 2015a, б, в, 2017]). Проте матеріалами ГСЗ і

гравітаційного моделювання встановлено [Соллогуб, 1986; Геотраверсы..., 1988; Старостенко и др., 2018; Lysynchuk et al., 2019; Tsyropsky et al., 2019], що аномально велика густина земної кори, яка спостерігається в межах цих аномалій на поверхні кристалічного фундаменту, продовжується до поділу Мохо внаслідок піднімання так званих «базальтового» і «діоритового» шарів, великої потужності коромантійної суміші та збільшеної кількості тіл базитів і гіпербазитів всередині кори. Так само й підвищена швидкість поширення сейсмічних хвиль простежується тут від верхніх шарів консолідованої кори до поділу Мохо. Природу Бандурівського гравітаційного максимуму (однойменної структури розміром 20×25 км) детально розглянуто в роботі [Довгань и др., 2006] за результатами геологічного знімання масштабу 1:50 000. На основі вивчення специфічних геолого-геофізичних характеристик гірських порід автори обґрунтували належність Бандурівської структури до палеовулканічного глибинного апарату — наскрізного щодо земної кори, що вирішально вплинув на формування загального структурно-тектонічного плану західної частини ПГРР. На поверхню кристалічного фундаменту тут виведені метаморфізовані у гранулітовій фації основні та кислі ефузивні і численні тіла габроїдів (габро, габро-норити, габро-амфіболіти), різноманітні глибинні геологічні утворення, які за петрогеохімічними характеристиками належать до коматітів, еклогітів, дайок лампроїтів, лампрофірів, в у тому числі лужних. Для лампрофірів Бандурівської структури характерна наявність дуже рідкісного боросилікатного мінералу — серендібіту, який утворюється на великих глибинах в умовах високого тиску. Досить поширені ореоли піропів і хромшпінелідів, знайдено й кристали алмазів. Більшість ефузивних та інтрузивних порід унаслідок метаморфізму гранулітової фації перетворені у гнейси та кристалосланці: кислі різновиди — у лептитоподібні гнейси, основні й ультраосновні — у гіперстенові, двопіроксенові або амфібол-піроксенові кристалосланці.

В указаній публікації автори майже не торкаються процесу ендербітизації, який охопив породи Бандурівської структури з утворенням ендербітогнейсів гайворонського типу. Втім цей процес також не можна ігнорувати при розгляді природи унікального Бандурівського гравітаційного максимуму. Ендербіти гайворонського типу — найдревніші, найбільш щільні й магнітні серед всіх інших різновидів ендербітів та чарнокітів ПГРР. Вони могли утворитися лише на великій глибині, в середній або нижній частині сучасної земної кори. Виведення їх на поверхню може бути пов'язане з різким підняттям локальної ділянки кори, якою й є Бандурівська структура (детальніше див. [Мичак, 2019]).

Потребує також пояснення, чому автори наведеної в статті Структурно-петрофізичної карти відмовились від зображення світ метаморфічних порід раннього докембрію і обмежилися лише їх формаційною приналежністю. При цьому в поняття формації спрощено вкладається лише сумісне знаходження порід з характерними особливостями речовинного складу без генетичного та палеогеографічного змісту, а також послідовності нашарування. Три останні характеристики спірні й невизначені, тому пов'язувати формації зі світами гірських порід неможливо і неправильно.

Вже говорилося про товщу плагіогнейсів, гнейсів гранат-біотитових, біотит-кордієрит-графіт-силіманітових (плагіогнейсовий таксон), віднесених до кінцигітової формації. Породи цієї формації не мають стратотипу і, за переконливими даними Л. М. Степанюка та ін., мають палеопротерозойський вік [Довбуш та ін., 2000; Claesson et al., 2006; Степанюк, 2018]. Вони є субстратом гранітоїдів бердичівського комплексу (2,04 млрд років) і усього на декілька мільйонів років давніші. Тому ця товща виключена зі складу дністровсько-бузької серії та віднесена до верхів бузької серії, тобто до палеопротерозою.

Важливим і досі не до кінця вирішеним питанням є виокремлення дністровсько-бузької серії. У більшості місцевих стратиграфічних схем вона стоїть на одному рівні

(і навіть трохи нижче) з ендербітогнейсами гайворонського типу. З виключенням порід кінцигітової формації в ній залишається лише формація гіперстенових гнейсів і кристалосланців, тобто тиврівська товща віком 3650 млн років [Степанюк, 2018]. За І. Б. Щербаковим [Щербаков, 2000], це мантіїні породи, близькі за складом до океанічних толеїтових базальтів, тобто до первинної земної кори. На Kartі таксон «Кристалосланцевий» (gnp) відповідає саме цим породам, які, таким чином, сингенетичні ендербітогнейсам гайворонського типу і сформувалися в результаті гранулітового (близького до еклогітового) метаморфізму. За геофізичними і геологічними даними смуги кристалосланців досить поширені серед ендербітогнейсів цього типу.

Однак детальне вивчення архейських осадово-вулканогенних порід дністровсько-бузької серії в Одеському кар'єрі показало [Лобач-Жученко и др., 2013, 2014а,б], що виявлена тут пачка метавулканогенних порід (ультраосновних кристалосланців) і невелика кількість метатеригенних різновидів (магнетитових кварцитів), що перешаровуються з ними, сформувалися у проміжку 3,2—3,4 млрд років тому. А породи, близькі до тиврівської товщі за складом, на лівому березі р. Згар, нижче м. Літин, мають вік ядер цирконів не більш як 2,2 млрд років [Степанюк, 2018]. Інакше кажучи, не одна, а декілька товщ близьких за складом гнейсів і кристалосланців формувалися на різних етапах як в археї, так і в протерозої. Це поки що не відображено на Структурно-петрофізичній kartі ПГРР.

Останнім важливим аспектом, що потребує розгляду, є проблема складчастості ранньодокембрійських комплексів, яку, як видається, деякі дослідники сприймають дуже спрощено, з актуалістичних позицій, тому доводиться повертатися до цієї проблеми неодноразово [Гинтов, 2005; Ентин и др., 2015; Гинтов и др., 2016; Гинтов, Шевчук, 2017].

Розглянемо питання складчатості ранньодокембрійських комплексів на прикладі ПГРР. Район досліджували багато геологів, терміни «антиклінорій», «синклінорій»,

«антикліналь», «синкліналь» використовували часто, проте немає випадків, щоб одна з таких структур була доведена бурінням або сфотографована. Г. Г. Виноградов закартував значну частину ПГРР у масштабі 1:50 000 і нерідко використовував подібні терміни, але на всіх своїх розрізах показував круте моноклінальне залягання гірських порід (рис. 6).

Розріз Заваллівської структури (рис. 6) охоплює ділянку р. Південний Буг протяжністю 5,2 км. Більшість дослідників відносили цю структуру до синклінальних складок. Проте Г. Г. Виноградов, який виконав тут геологічні маршрути і глибоке буріння, писав: «Приведенные выше факты, нашедшие отражение на разрезе, да и сам разрез свидетельствуют скорее о моноклиналином, чем синклиналином или антиклиналином, разрезе Завальевской структуры» [Виноградов, 1970, с. 358].

Проте чи є субвертикально шарувата товща ранньодкембрійських гірських порід ПГРР ізоклінально складчастою? О. І. Слензак відповідав на це негативно: «Смугастість і пластова форма порід фундаменту спричинені процесами метаморфічної диференціації речовини первісної земної кори в умовах переважно тангенціального (бокового) стиснення, що зумовлює круті падіння порід і дозволяє розглядати щит як вертикальноверстувате середовище» [Слензак, 1965]. Його колега О. І. Чередніченко [Чередніченко, 1964] у

геологічному поясненні впливу полів напружень на пороодоутворення писав про пластичну деформацію і течію ранньодкембрійських гірських порід Українського щита. Використавши відомі на той час результати досліджень західних учених з теорії дислокацій і перенісши її положення на рівень відомих нам мінералів у гірських породах, він підкреслював, що за пластичної деформації формуються лінійні дислокації та лінії ковзання у кристалічній ґратці мінералів, яка руйнується і набуває додаткової енергії, необхідної для переміщення уздовж ліній дислокацій атомів з різними іонними радіусами в енергетично вигідні зони. В неоднорідному полі напружень стиску (або розтягу) відбувається дифузія атомів з великими іонними радіусами на ділянки меншого стиску (більшого розтягу), а атомів з малими радіусами — на ділянки більшого стиску (меншого розтягу). Так виникає вторинна сегрегація хімічних компонентів, мінеральні перетворення в твердих гірських породах і формується їх смугастість. Пластична деформація гірських порід відбувається без їх плавлення, а за рахунок напружень зсуву. Не заперечуючи явищ перенесення речовини в розчинах, О. І. Чередніченко гадав, що сегрегація мінеральної речовини в неоднорідних полях напружень за пластичної деформації енергетично вигідніша.

Варто доповнити ці аргументи. За густої шаруватості, яку показано на рис. 6 і

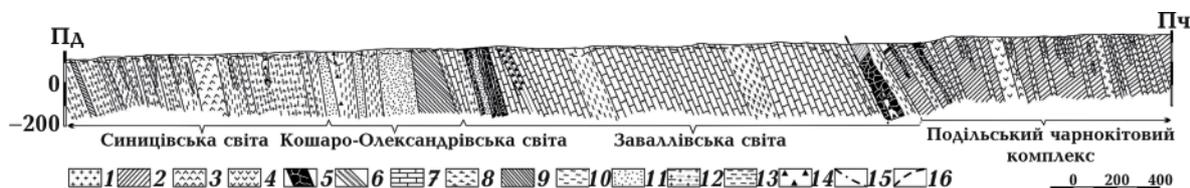


Рис. 6. Геологічний розріз уздовж р. Південний Буг у районі смт Завалля, складений Г. Г. Виноградовим [Виноградов, 1970]: 1 — граніти апліт-пегматоїдні; 2 — чарнокіти; 3 — гнейси піроксенові; 4 — габроїди; 5 — ультрабазити; 6 — скарноїди; 7 — кальцифіри; 8 — сланці та мікрогнейси; 9 — гнейси біотит-піроксенові; 10 — гнейси силіманітові; 11 — кварцити; 12 — гнейси біотитові мігматизовані; 13 — гнейси біотитові; 14 — графітизовані породи; 15 — тектонічні порушення; 16 — нижня межа кори вивітрювання.

Fig. 6. Geological section along the Southern Bug river near the village of Zavallya, compiled by G. G. Vinogradov [Vinogradov, 1970]: 1 — aplite-pegmatoid granites, 2 — charnokites, 3 — pyroxene gneisses, 4 — gabbroids, 5 — ultrabasites, 6 — skarnids, 7 — calciphyres, 8 — shales and microgneisses, 9 — biotite-pyroxene gneisses, 10 — sillimanitic gneisses, 11 — quartzites, 12 — migmatized biotite gneisses, 13 — biotite gneisses, 14 — graphitized rocks, 15 — tectonic disturbances, 16 — lower edge of crustal weathering.

яку описав в цьому районі В. П. Кирилук [Кирилук, 1982, 1986], перегини шарів у замках, навіть у шевронних ізоклінальних складках, повинні спостерігатись на всіх рівнях або зрізах, як це бачимо в у розрізах молодших осадово-вулканогенних товщ (рис. 7).



Рис. 7. Приклад ізоклінальної складчастості в густошаруватій товщі фанерозойських осадово-вулканогенних порід. У складці амплітудою 3 м налічується не менше десяти замків. За будь-якого зрізу хоча б один перегин було б зафіксовано.

Fig. 7. An example of isoclinal folding in densely layered strata of Phanerozoic sedimentary-volcanic rocks. There are at least ten locks in the 3 m amplitude fold. At each cut, at least one inflection would be recorded.

Ми ж спостерігаємо у вертикальних зрізах раннього докембрію лише моноклінальне залягання шаруватості та лінійності гірських порід (не враховуючи дрібних складок «ламінарної течії», за [Лукієнко та ін., 2008]), тоді як у горизонтальних зрізах складчастість можна бачити досить часто. Прикладом може бути ділянка лівого берега р. Південний Буг в районі сіл Хащувате—Салькове (рис. 8) на 4 км вище за течією від розрізу, показаного на рис. 6.

У горизонтальних зрізах складчасті структури добре картуються геофізичними методами, особливо детальною магніторозвідкою. Більшість таких складок однокрилі та притиснуті до розломів, тобто зсувні. Якщо з одного боку їх замки мають плавні згини, то з протилежного пласти звужуються та виклинюються (форма «краплі» або «гачка», рис. 9). Буріння деяких із складок (Молдовської, Секретарської, Тарасівської, Троянської, Грушківської, Новоселицької) у замках показало, що їх шарніри круто нахилені або вертикальні [Гинтов и др., 2016, 2018]. У таких складках, як відомо, неможливо визначити де верх, а де низ розрізу. Нахил шарнірів подібних складок — головний параметр, який вказує на напрямок дії тектонічних сил.

На жаль, магнітним зніманням масштабу 1:10 000 добре картуються в плані лише

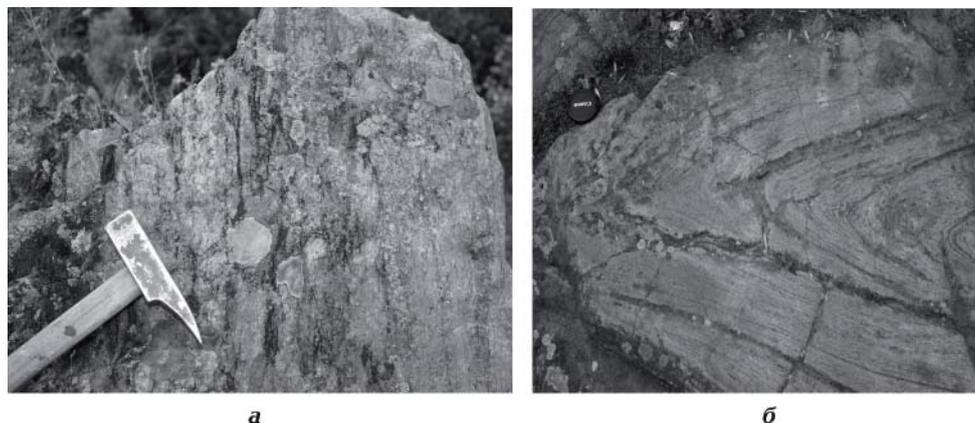


Рис. 8. Розташовані поряд вертикальний (а) і горизонтальний (б) зрізи відслонень на лівому березі р. Півд. Буг (фотографії люб'язно надані проф. В. В. Шевчуком).

Fig. 8. Vertical (a) and horizontal (b) sections of outcrops were placed on the left bank of the South Bug (photos were kindly given by Prof. V. V. Shevchuk).

досить великі складки завширшки в декілька сотень метрів і більше. Такі структури складені зазвичай відносно міцними породами — двопіроксеновими кристалосланцями, магнетитовими кварцитами, магнетит-карбонатними утвореннями. Такі породи утворюють замки з досить великими радіусами кривизни.

Породи, в яких багато кварцу та слюд — гнейси біотитові, графітові, силіманітові, польвошпатові кварцити та їх мігмати-



Рис. 9. Приклади зсувних складок території Побузького гірничорудного району, утворених залізородними породами та двопіроксеновими кристалосланцями. Складки: 1 — Секретарська, 2 — Великометечинська, 3 — Молдовська, 4 — Новоселицька, 5 — Голованівська-1, 6 — Голованівська-2, 7 — Солгутівська.

Fig. 9. Examples of shear folds of the BMA formed by iron ore rocks and two-pyroxene crystalline rocks. Folds: 1 — Secretarka, 2 — Velykamechetna, 3 — Moldovka, 4 — Novoselytsya, 5 — Golovanivsk-1, 6 — Golovanivsk-2, 7 — Solgotove.

зовані відміни, більш здатні до деформації зсувної течії, тому утворюють у плані дрібні шевронні складки, подібні до показаних на рис. 7 і 8, б, їх можна побачити лише у відслоненнях або закартувати мікромагнітним знімання (за тонкої осадової покрівлі).

Коли йдеться про ранньодокембрійські гранулітові комплекси гірських порід ПГРР, мається на увазі, що первинна основа цих комплексів архейська, але інтенсивно перероблена під час ранньопротерозойської активізації 2,3—1,9 млрд років тому. Саме у той період і сформувалася структурно-текстурна тканина порід, яку у більшості випадків спостерігаємо у відслоненнях. Острівки власне ранньоархейських структурно-текстурних особливостей гірських порід трапляються дуже рідко, і при цьому їх ще потрібно доводити. Ми лише здогадуємось, якими були механізми тектонічних рухів у ранньому археї, але можемо більш-менш упевнено стверджувати, що наприкінці неоархею — на початку раннього протерозою почали діяти механізми тектоніки плит, яка, за словами В. Є. Хаїна, «вытеснила господствовавшее в середине века представление о ведущей роли в смещениях и деформациях земной коры вертикальных движений. Она вывела на первое место горизонтальные перемещения литосферных плит, включавших не только кору, но и верхи мантии» [Хаин, 2001].

Горизонтальні сили та горизонтальні рухи і є тим стресовим механізмом, який приводить до формування глибинної зсувної складчастості із субвертикальними шарнірами, крилами та осьовими площинами. Саме глибинної, характерної для умов гранулітової та високої амфіболітової фацій метаморфізму, тому що біля поверхні, за невеликого літостатичного тиску, навіть під дією горизонтальних сил можливе утворення складчастості різних типів, зокрема із субгоризонтальними шарнірами.

Проте стрес, як загальновідомо, є й основною причиною зміни структурно-текстурних особливостей порід; під його впливом кристали мінералів своїми довгими осями та площинами спайності набува-

ють закономірної орієнтації перпендикулярно до напрямку тиску (принцип Рікке). А деформація та подрібнення породи веде до підвищення її фільтраційних властивостей, тобто до посилення циркуляції розчинів, розвитку метасоматичних процесів і зміни хімічного складу. Утворюються нові мінерали та їх перерозподіл, формування нової шаруватості.

Потрібно звернути увагу на те, що деякі дослідники, які вивчають процеси метаморфізму, неправильно використовують принцип Рікке для пояснення формування горизонтальної шаруватості гірських порід під дією літостатичного тиску. Про це писав ще Г. Д. Ажгірей [Ажгирей, 1956, с. 237]. Він підкреслював, що під терміном «тиск» у формулюванні принципу Рікке розуміється напрямок дії тектонічних сил, тому що жодний літостатичний тиск не може спричинити сплюскування і переорієнтацію мінералів. На значних глибинах у земній корі, як відомо, літостатичний тиск стає гідростатичним. Для формування шаруватості та гнейсуватості у гірських породах в умовах стресу потрібний рух (течія) речовини, про що й писав О.С. Чередниченко.

Таким чином, можна бути впевненими, що плитотектонічні процеси, які в ранньому протерозої зумовили максимальну дію в земній корі ПГРР тангенціальних сил і горизонтальних рухів, одночасно сформували як глибинну зсувну складчастість, так і структурно-текстурну тканину порід, що спостерігається у відслоненнях. Ці структурно-текстурні особливості гірських порід не можна вважати ознаками їх початкового (ранньоархейського) послідовного нашарування, тому що еоархейські комплекси ПГРР зазнали надто складної тектономагматично-метаморфічно-метасоматично-геодинамічної історії — декілька фаз нагромадження, ендербітизації, чарнокітизації, метаморфізму, в тому числі динамометаморфізму, блокування, занурення та підняття і, кінець-кінцем, сильного субгоризонтального стиску. Земна кора регіону інтенсивно перероблялася процесами гранітизації і базифі-

кації, які можна порівняти з дією гарячих точок, тоді розвинених ширше, ніж нині.

На наш погляд, саме тому потрібно відмовитись від стратифікації ранньодокембрійських гранулітових комплексів УЩ методом послідовного нашарування. Послідовність утворення і вік порід можна визначати лише за структурними (метод включень і перетинів) та ізотопно-геохронологічними даними.

Висновки.

1. Незважаючи на непогану геолого-геофізичну вивченість та великий обсяг виконаних пошуково-розвідувальних робіт, Побузький гірничорудний район залишається найперспективнішим у західній частині УЩ на пошуки і розробку родовищ чорних (залізо, хром, манган), благородних (золото, платиноїди, срібло), та рідкісних (вольфрам, молібден, тантало-ніобати) металів, рідкісноземельних елементів, а також графіту, апатиту та ін.

2. ПГРР є базовим полігоном для вивчення процесів розвитку земної кори території України у ранньому докембрії, особливо в ео- та палеоархеї.

3. Більшість геологічних карт кристалічного фундаменту району масштабів від 1:1000 000 до 1:50 000 побудовано виходячи з керівної геолого-тектонічної ідеї, що існувала на час складання карт і була закріплена у відповідних інструкціях та стратиграфічних схемах (геосинклінальна, плитотектонічна, змішана; синкліналі та антикліналі, синклінорії та антиклінорії тощо). Геофізичні дані використовувались вибірково (в основному магніторозвідка).

4. Запропоновану в статті Структурно-петрофізичну карту ПГРР масштабу 1:100 000 автори побудували виходячи лише з достовірних, визнаних більшістю спеціалістів об'єктивних геологічних і геофізичних даних: речовинного складу порід (мінералогія, петрографія), їх структурно-текстурної і петрофізичної характеристик, ізотопного віку, контурів закартованих геологічних тіл і розривних порушень. Деякі нові таксони, показані на карті, пов'язані з результатами геолого-геофізичних досліджень останніх років.

5. Питання, які можуть викликати дискусію, винесено за межі карти і обговорено в тексті. Зокрема, автори наголошують таке.

5.1. ПГРР — це відслонена частина гігантської (680×400 км) овалоподібної структури (тектоноконцентру або ортократону), закладеної в архей. І геологічно, і геофізично, і металоґенічно він належить до Інгульського і Бузького мегаблоків УЩ, розділених у ранньому протерозої Тальнівською зоною розломів. Частково до ПГРР входить перехідна крайня південна частина Росинського мегаблока, петрологічна природа якої ще не з'ясована до кінця.

5.2. Наявність перехідної зони не означає, що Бузький і Росинський мегаблоки можна об'єднувати в один Бузько-Росинський мегаблок. Геологічно і геофізично це зовсім різні структури, а останнє їх блокування (яке проявлене найбільш чітко), як і всієї західної частині УЩ, проходило на фоні вже петрологічно сформованого тут кристалічного фундаменту.

5.3. До особливих структур ПГРР належать найбільші на УЩ гравітаційні аномалії — центральна частина Голованівського максимуму і Бандурівський. На відміну від точки зору деяких геологів, які вважають, що ці максимуми є синкліноріями метавулканогенно-осадових порід, сейсмічними роботами і гравітаційним моделюванням встановлено, що дані аномалії відповідають ділянкам земної кори, тісно пов'язаним з мантією, і таким ділянкам, що утворилися шляхом підняття на поверхню порід мантії, нижньої та середньої кори.

5.4. Автори вважають, що при картуванні архейських гранулітових комплексів потрібно відмовитись від виділення світ гірських порід, тому що розрізи, які спостерігаються у відслоненнях і свердловинах, не можна розглядати як результат послідовного ритмічного нашарування вулканітів та осадів. Здебільшого такі розрізи не впорядковані і не корелюють між собою, а деякі різновиди порід мають гідротермально-метасоматичне і глибиннофлюїдне походження.

5.5. Достовірнішим є виділення у ранньодокембрійських гранулітових комплек-

сах ПГРР архейської дністровсько-бузької та архей-ранньопротерозойської бузької серій. При цьому дністровсько-бузька серія представлена лише формацією гіперстенових гнейсів і кристалосланців, гранатових, гранат-піроксенових та гранат-магнетитових кварцитів, яку відносять до так званої тиврівської товщі. Поки що не ясно, до якої з цих серій належать поширені серед ендербітів двопіроксенові кристалосланці віком 2,2 млрд років.

5.6. Субвертикальна шаруватість і смугастість ранньодокембрійських розрізів у більшості випадків не є результатом зім'яття порід в ізоклінальні складки із субгоризонтальними шарнірами, а виникла за рахунок метаморфічної диференціації речовини, перерозподілу старих і утворення нових мінералів за механізмами, описаними О. І. Слензаком та О. С. Чередниченко. Тому у вертикальних розрізах спостерігається переважно моноклінальне залягання порід і відсутні замки складок.

5.7. Складчастість ранньодокембрійських комплексів, яка спостерігається у горизонтальних зрізах і картується геофізичними методами, виникла під дією горизонтальних сил і горизонтальних рухів земної кори в процесі розвитку плитотектонічних процесів у ранньому протерозої. Ці сили і рухи привели як до утворення складок з субвертикальними шарнірами, так і до формування субвертикальної структурно-текстурної тканини ранньодокембрійських порід.

5.8. Виходячи з п. 5.4, 5.6 і 5.7, історію геологічного розвитку земної кори УЩ, складеної гранулітовими комплексами, неможливо вивчати традиційними стратиграфічними методами послідовного нашарування. Основними методами залишаються ізотопно-геохімічні та структурні (включень і перетинів).

Подяки. Автори підкреслюють важливість тісних творчих контактів із співробітниками Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України доктором геолого-мінералогічних наук професором Л. М. Степанюком і його колегами, з якими виконували спільні польові роботи в ме-

жах ПГРР і в багатьох питаннях доходили єдиних поглядів, за що ми їм щиро вдячні.

Висловлюємо щиро подяку геологам Правобережної геологічної експедиції ГП «Українська геологічна компанія» В. М. Павлюку і В. В. Зюльцле, з якими починали цю роботу і дійшли єдності поглядів під час дослідження будови Голованівської шовної зони.

Висловлюємо подяку співробітникам відділу геомагнетизму Інституту геофізики НАН України М. І. Орлюку, І. К. Пашкевич, М. І. Бакаржієвій, А. В. Марченку за

надання матеріалів дослідження регіонального магнітного поля території України та відповідні консультації.

Робота виконана в Інституті геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України у творчій співдружності з геофізиками Державного підприємства «Українська геологічна компанія», як один з результатів 5-річної теми Інституту «Геологічна будова Побузького гірничорудного району за сучасними геофізичними і геологічними даними та оцінювання його перспектив на корисні копалини».

Список літератури

- Ажгирей Г. Д. Структурная геология. Москва: Изд-во МГУ, 1956. 491 с.
- Виноградов Г. Г. О генезисе пироксеновых гнейсов и некоторых вопросах стратиграфии докембрия Среднего Побужья. В кн.: Петрография докембрия Русской платформы. Киев: Наук. думка, 1970. С. 352—357.
- Виноградов Г. Г., Палий Д. П. Отчет о геологической съемке масштаба 1:50 000 листов М-36-121-Б, М-36-122-А. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1971. 195 с.
- Геотраверсы IV, VI, VIII. В кн.: Литосфера Центральной и Восточной Европы. Под ред. А. В. Чекунова. Киев: Наук. думка, 1988. С. 127—165.
- Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. Отв. ред. Н. П. Щербак. Киев: Наук. думка, 2005. 244 с.
- Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. Отв. ред. Н. П. Щербак. Киев: Наук. думка, 2008. 240 с.
- Гинтов О. Б. Зоны разломов Украинского щита. Влияние процессов разломообразования формирование структуры земной коры. *Геофиз. журн.* 2004. Т. 26. № 3. С. 3—24.
- Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: Феникс, 2005. 572 с.
- Гинтов О. Б. Проблемы геодинамики Украинского щита в докембрии. *Геофиз. журн.* 2015. Т. 37. № 5. С. 3—22. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i5.2015.111142>.
- Гинтов О. Б. Структуры континентальной земной коры на ранних этапах ее развития. Киев: Наук. думка, 1978. 163 с.
- Гинтов О. Б. Схема периодизации этапов разломообразования в земной коре Украинского щита — новые данные и следствия. *Геофиз. журн.* 2014. Т. 36. № 1. С. 3—18. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v36i1.2014.116145>.
- Гинтов О. Б., Ентин В. А., Мычак С. В., Павлюк В. Н., Гуськов С. И. Уникальные базит-метабазитовые структуры Побужского горнорудного района, их геологическое значение и перспективы рудоносности (по геофизическим и геологическим данным). *Геофиз. журн.* 2018. Т. 40. № 3. С. 3—26. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137170>.
- Гинтов О. Б., Ентин В. А., Мычак С. В., Павлюк В. Н., Зюльцле В. В. Структурно-петрофизическая и тектонофизическая основа геологической карты кристаллического фундамента центральной части Голованевской шовной зоны Украинского щита. *Геофиз. журн.* 2016. Т. 38. № 3. С. 3—28. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777>.
- Гинтов О. Б., Орлюк М. І., Єнтин В. А., Мицак С. В., Бакаржієва М. І., Шимків Л. М., Марченко А. В. Структура західної і цен-

- тральної частини Українського щита. Спирні питання. *Геофиз. журн.* 2018. Т. 40. № 6. С. 3—29. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151000>.
- Гинтов О. Б., Пашкевич И. К. Тектонофизический анализ и геодинамическая интерпретация трехмерной геофизической модели Украинского щита. *Геофиз. журн.* 2010. Т. 32. № 2. С. 3—27.
- Гинтов О. Б., Шевчук В. В. Структурованість Українського щита та особливості ранньодокембрійського розломоутворення на прикладі Голованіської шовної зони. Київ: ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2017. 162 с.
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1: 200 000. Геологічна карта і карта корисних копалин кристалічного фундаменту. Центральноукраїнська серія. Лист М-36-XXXI (Первомайськ). Київ: Мін. екології та природ. України, Держ. геологічна служба, 2004.
- Довбуш Т. И., Скобелев В. М., Степанюк Л. М. Результаты изучения докембрійских пород западной части Украинского щита Sm-Nd изотопным методом. *Минерал. журн.* 2000. Т. 22. № 2/3. С. 132—142.
- Довгань Р. Н., Ентин В. А., Павлюк В. Н. Бандуровская палеовулканическая структура и связанные с ней перспективы алмазоносности. *Мінеральні ресурси України.* 2006. № 4. С. 22—28.
- Довгань Р. М., Єнтин В. А., Павлюк В. М. Хмельницько-Одеський ортократон як головна літосферна мегаструктура країни Східноєвропейської платформи та його пошукова привабливість на алмази. *Мінеральні ресурси України.* 2009. № 1. С. 6—10.
- Довгань Р. М., Зюльде В. В., Ентин В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые Завальевского геологического района. Отчет о глубинном геологическом картировании листа М-35-144-Б, совместно с геологической съемкой листа М-35-132-Г. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1989. 256 с.
- Древин А. Я. Структура, стратиграфия Среднего Побужья и поисковые критерии на силикатный никель: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Киев, 1966. 23 с.
- Ентин В. А., Гинтов О. Б., Мычак С. В., Бельский В. Н., Гейко Ю. В., Поляченко Е. Б., Гуськов С. И., Марченко А. В. «Великая» дайка Побужья. *Геофиз. журн.* 2019. Т. 41. № 4. С. 77—96. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i4.2019.177368>.
- Ентин В. А., Гуськов С. И., Орлюк М. И., Гинтов О. Б., Осьмак Р. В. Карта абсолютных значений поля силы тяжести территории Украины и некоторые аспекты ее возможной интерпретации. *Геофиз. журн.* 2015. Т. 37. № 1. С. 53—56. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323>.
- Ентин В. А., Лукаш В. В. Отчет о результатах по подготовке геофизической и геохимической основы для ГДП-200 платформенного чехла и ГКК-200 кристаллического основания листа М-35-XXXVI (Гайворон). Киев: Геолфонды, 1998.
- Єнтин В. А., Шимків Л. М., Нечаєва Т. С., Дзюба Б. М., Гинтов О. Б., Пашкевич І. К., Красовський С. С. Підготовка геофізичної основи Тектонічної карти України масштабу 1:1000 000. Київ: Геоінформ України, 2002. 55 с.
- Кирилюк В. П. Відкритий лист членам Бюро Національного стратиграфічного комітету України та геологам-докембристам. *Геол. журн.* 2017. № 4(361). С. 88—99.
- Кирилюк В. П. О стратотипических районах и стратотипах докембрия западной части Украинского щита. *Геол. журн.* 1986. № 2. С. 36—46.
- Кирилюк В. П. Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита (на формационной основе). Статья 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея. *Геол. журн.* 1982. № 3. С. 88—102.
- Кирилюк В. П. Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 1. Загальні відомості й поділ побузького стратиграфічного комплексу на світі. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ.* 2015а. № 2. С. 125—140.
- Кирилюк В. П. Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докемб-

- рію Українського щита). Стаття 2. Співвідношення світ побузького стратиграфічного комплексу. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*. 2015б. № 3. С. 147—168.
- Кирилюк В. П. Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 3. Місце побузького стратиграфічного комплексу в загальній геохронологічній шкалі докембрію. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*. 2015в. № 4. С. 133—143.
- Кислюк В. В., Зюльцле В. В., Нікіташ Л. П. Геологічна будова та корисні копалини вододілу річок Південний Буг і Дністер. Звіт про ГДП-200 території аркуша М-35-XXXVI (Гайворон). Київ: Геолфонди, 2011. 460 с.
- Костенко М. М. Геотектонічне районування Українського щита як єдина основа тектонічних, стратиграфічних та інших побудов. *Зб. наук. праць УкрДГРІ*. 2016. № 3. С. 144—163.
- Костюченко В.С., Зюльцле В.В., Выходцев Н.К., Федоров А. В. Геологическое строение и полезные ископаемые Среднего Побужья. Отчет о глубинном геологическом картировании масштаба 1:200 000 листа М-36-XXXI. Т.1. Киев: Укргеолфонд, 1990. 338 с.
- Лазько Е. М., Кирилюк В. П., Лысак А. М., Сиворонов А.А., Яценко Г. М. Стратиграфическая схема нижнего докембрия Украинского щита (на формационной основе). *Геол. журн.* 1986. Т. 46. № 2. С. 18—26.
- Лазько Е. М., Кирилюк В. П., Сиворонов А. А., Яценко Г. М. Нижний докембрий западной части Украинского щита. Львов, 1975. 239 с.
- Лесная И. М., Касьяненко Е.О. Акцессорный циркон (состав, изотопный возраст) из эндербитов литинского блока (УЩ). *Геохімія та рудоутворення*. 2015. Вип. 35. С. 29—36.
- Лобач-Жученко С. Б., Арестова Н. А., Вревский А. Б., Егорова Ю. С., Балтыбаев Ш. К., Балаганский В. В., Богомолов Е. С., Степанюк Л. М., Юрченко А. В. Происхождение кристаллосланцев побужского гранулитового комплекса Украинского щита. *Регіональна геологія і металлогенія*. 2014а. № 59. С. 1—13.
- Лобач-Жученко С. Б., Балаганский В. В., Балтыбаев Ш. К., Артеменко Г. В., Богомолов Е. С., Юрченко А. В., Степанюк Л. М., Сукач В. В. Метаморфизованные осадочные породы днестровско-бугской серии палеоархея Украинского щита: состав, возраст, источники. *Литология и полезные ископаемые*. 2014б. № 5. С. 1—18.
- Лобач-Жученко С. Б., Балаганский В. В., Балтыбаев Ш. К., Степанюк Л. М., Пономаренко А. Н., Лохов К. И., Корешкова М. Ю., Юрченко А. В., Егорова Ю. С., Сукач В. В., Бережная Н. Г., Богомолов Е. С. Этапы формирования побужского гранулитового комплекса: новые структурно-петрологические и изотопно-геохронологические данные (Среднее Побужье, Украинский щит). *Мінерал. журн.* 2013. Т. 35. № 4. С. 87—99.
- Лукієнко О. І. Структурна геологія з основами структурно-парагенетичного аналізу. Підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2002. 366 с.
- Лукієнко О. І., Кравченко Д. В., Сухорада А. В. Дислокаційна тектоніка та тектонофації докембрію Українського щита. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2008. 279 с.
- Михайлов Д. А. Метасоматическое происхождение железистых кварцитов докембрия. Ленинград: Наука, 1983. 168 с.
- Мичак С. В. Структурні особливості і кінематичний розвиток земної кори західної частини Українського щита: Дис. ... д-ра геол. наук. Київ, 2019. 364 с.
- Нечаев С. В., Гинтов О. Б., Мычак С. В. О связи редкоземельной, редкометальной и золоторудной минерализации с разломно-блоковой тектоникой Украинского щита. 1. *Геофиз. журн.* 2019а. Т. 41. № 1. С. 3—32. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151000>.
- Нечаев С. В., Гинтов О. Б., Мычак С. В. О связи редкоземельной, редкометальной и золоторудной минерализации с разломно-блоковой тектоникой Украинского щита. 2. *Геофиз. журн.* 2019б. Т. 41. № 2. С. 58—83. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i2.2019.164450>.
- Нечаев С. В., Семка В. А. Скарны Украины. Киев: Наук. думка, 1989. 212 с.
- Орлюк М. И. Пространственные и простран-

- ственнo-вpeмeннe мaгнітнe мoдeлe рaзрaнoрaнoвoгo стpуктyр лeтoсфeрe кoнтинeнтaльнoгo тeпa. *Гeoфиз. журн.* 2000. Т. 22. № 6. С. 148—165.
- Орлюк М. І, Бaкaржiєвa М. І., Мaрчeнкo А. В. Гeомaгнітнe пoлe тa нaмaгнічeнiстe зeмнoї кoри Інгyльськoгo мeгaблoкy, Гoлoвaнiвськoї й Інгyлeцькo-Крeмeнчyцькoї шoвнeх зoн. *Гeoлoгiя і кoрисні кoпaлини Укpaїни: Збiрник тeз нaкoвoї кoнфeрeнцiї, пpисв'ячeнiї 100-рiчнoмy ювiлeю Нaцioнaльнoї aкaдeмiї нaук тa Дeржaвнoї слyжбe гeoлoгiї тa нaгр Укpaїни. Київ, 2—4 жoвтня 2018 p.* Київ, 2018. С. 172—184.
- Орлюк М., Бaкaржiєвa М., Мaрчeнкo А. Пpиpoдa Пoкoтилiвськoгo мaгнітнoгo мiнiмyмy. Зб. нaук. пpacь «Гeoфiзикa і гeoдiнaмiкa: пpогнoзyвaння тa мoнітopинг гeoлoгiчнoгo сepeдoвищa». Львiв: Рaстp-7, 2019. С. 149—152.
- Пaвлoк В. М., Бoбpoв О. Б., Висoцький Б. Л., Дoвгaнi Р. М., Жoвинський Е. Я., Кoстeнкo М. М., Ликoв Л. І., Цимбaл С. М. Звiт зa тeмoю «Гeoлoгiя, пeтpoлoгiя, гeoxiмiя, вiк тa рyдoнoснiстe мaфiт-yльтpaмaфiтoвeх aсoцiацiй зaxiднoї чacтини УЩ». Книги 1-6. Фoнд ГП «Укpaїнськa гeoлoгiчeскa кoмпaнiя». Киeв, 2008. 683 с.
- Пaвлoк В. Н., Ентин В. А., Гинтoв О. Б., Гyськoв С. И. О пepспeктивaх пoискoв мeстoрoждeний зoлoтa в Гoлoвaнeвськoї шoвнoї зoнe Укpaїнськoгo щитa. *Гeoфиз. журн.* 2019. Т. 41. № 5. С. 87—104. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i5.2019.183632>.
- Пoнoмaрeнкo А.Н., Гинтoв О.Б., Стeпaнoк Л.М. О тaк нaзивaємoї «лeйкoгpaнyлитoвoї фoрмaцiї» и «зeлeнoлeвaдoвськoї свитe» рaннeгo дoкeмбpия Укpaїнськoгo щитa. *Гeoфиз. журн.* 2018. Т. 40. № 5. С. 47—70. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i5.2018.147474>.
- Слeнзaк О. І. Пpo стpуктyрy Укpaїнськoгo дoкeмбpия (нa пpиклaдi пiвдeннo-зaxiднoї чacтини Укpaїнськoгo кpистaлiчнoгo щитa). Київ: Нaук. дyмкa, 1965. 139 с.
- Сoлoгyб В. Б. Лeтoсфeрa Укpaїни. Киeв: Нaук. дyмкa, 1986. 183 с.
- Стapoстeнкo В. И., Гинтoв О. Б., Кyтaс Р. И. Гeoдiнaмiчeскoe pазвeтиe лeтoсфeрe Укpaїни и eгo рoль в фoрмиpoвaнии и рaзмeщeнии мeстoрoждeний пoлeзньх искoпaeмьх. *Гeoфиз. журн.* 2011. Т. 33. № 3. С. 3—22.
- Стapoстeнкo В. И., Кyпpиeнкo П. Я., Мaкaрeнкo И. Б., Сaвчeнкo А. С., Лeгoстaeвa О. В. Тpeхмeрнaя плoтнoстнaя мoдeль зeмнoї кoри цeнтpaльнoї чacтини Гoлoвaнeвськoї шoвнoї зoнe Укpaїнськoгo щитa. *Гeoфиз. журн.* 2018. Т. 40. № 3. С. 27—53. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137172>.
- Стeпaнoк Л. М. Гeoxpoнoлoгiя дoкeмбpия зaxiднoї чacтини Укpaїнськoгo щитa (apхeй-пaлeoпpoтepoзoй): Дис. ... д-рa. гeoл. нaук. Київ, 2000. 290с.
- Стeпaнoк Л. М. Мeтacoмaтичнa пpиpoдa бioтитoвeх тa бioтит-гpaнaтoвeх гнeйсiв Сepeдньoгo Пoбyжжя. *Дoп. НАН Укpaїни.* 1997. № 1. С. 133—136.
- Стeпaнoк Л. М. Пpоблeми стpaтигpaфiї тa гeoxpoнoлoгiї Укpaїнськoгo щитa. *Мiнepaл. журн.* 2018. Т. 40. № 1. С. 16—31.
- Стeпaнoк Л. М., Гинтoв О. Б., Мичaк С. В., Кyрило С. І., Дoвбyш Т. І., Зюльцлe О. В., Сьoмкa В. О., Бoндaрeнкo С. М., Кoвaлeнкo Н. О. Вiк мoнaцитy кpистaлiчнeх пopид нижньoї тeчiї Ятpaнi (Днiстpoвськo-Бyзький мeгaблoк Укpaїнськoгo щитa) зa ypaн-свинцeвим мeтoдoм. *Гeoxiмiя тa рyдoyтвopeння.* 2018. Вип. 39. С. 24—35.
- Стeпaнoк Л. М., Дoвбyш Т. І., Кyрило С. І., Зюльцлe О. В., Яськeвич Т. Б. Уpaн-свинцeвий вiк мoнaцитiв бioтитoвeх гнeйсiв Сepeдньoгo Пoбyжжя Укpaїнськoгo щитa. *Мiнepaл. журн.* 2017. Т. 39. № 2. С. 46—56.
- Стeпaнoк Л. М., Дoвбyш Т. І., Кyрило С. І., Лiснa І. М. Фiнaльний eтaп гpaнiтoїднoгo мaгмaтизмy в Днiстpoвськo-Бyзькoмy мeгaблoцi Укpaїнськoгo щитa. *Гeoxiмiя тa рyдoyтвopeння.* 2016. Вип. 6. С. 72—81.
- Стeпaнoк Л. М., Шyмлянский Л. В., Пoнoмaрeнкo О. М., Дoвбyш Т. І., Висoцький О. Б. Дo питaння пpo вiкoвi мeжi фoрмyвaння кoшaрo-oлeкcaндрiвськoї свiти бyзькoї сepiї Пoбyжжя. *Гeoxiмiя тa рyдoyтвopeння.* 2010. № 28. С. 4—10.
- Тeктoнiчнa кaртa Укpaїни. Мaшштaб 1:1000 000. Ч. І. Пoяснювaльнa зaпискa. Київ: Вид. УкpДГPІ, 2007. 97 с.

- Хаин В. Е. Тектоника континентов и океанов. Москва: Научный мир, 2001. 606 с.
- Чердниченко А. И. Тектонофизические условия минеральных преобразований в твердых горных породах. Киев: Наук. думка, 1964. 184 с.
- Чиков Б. М. Об основах теоретической концепции стресс-метаморфизма (применительно к линеаментным зонам земной коры). В кн.: Структура линеаментных зон стрессметаморфизма. Сборник научных трудов. Новосибирск: Наука, 1990. С. 3—31.
- Шакина К. А., Скакун Л. З. Мінеральний склад і процеси формування графітовмісних порід Завалівського родовища графіту: Тез. докл. *Международ. науч.-практ. конф. «Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы»*. Київ: Изд. УкрНИГРИ, 2010. 252 с.
- Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. Киев: Наук. думка, 2005. 243 с.
- Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н., Шумлянський Л. В. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. Киев: Наук. думка, 2008. 240 с.
- Щербаков И. Б. Эволюция магматизма Украинского щита. *Минерал. журн.* 2000. Т. 22. № 2-3. С. 36—47.
- Щербаков И. Б. Петрология Украинского щита. Львов: ЗУГЦ, 2005. 366 с.
- Chulliat, A., Alken, P., Nair, M., Woods, A. & Maus, S. (2015). *The Enhanced Magnetic Model 2015-2020*. National Centers for Environmental Information, NOAA. doi: 10.7289/V56971HV.
- Claesson, S., Bibikova, E., Bogdanova, S. & Skobelev, V. (2006). Archaean terranes, European Craton. In *European Lithosphere Dynamics* (Vol. 32, pp. 645—654). Geological Society, London, Memoirs.
- Lysynchuk, D., Farfuliak, L., Kolomiyets, K., & Kolomiyets, O. (2019). Reconstruction of seismic DSS crosssection of the VI geotravers and detailing of velocity characteristics of the earth crust in the gravity Bandura structure. *Geoinformatics 2019. EAGE-2019-16-160*.
- Orlyuk, M., Marchenko, A., Romenets, A., & Bakarjieva, M. (2018). Ukrainian Regional Magnetic Map: the results of calculations of the geomagnetic field components for the Epoch 2015. *COBS Journal*, (5), 40.
- Trypolsky, O. A., Topoliuk, O. V., & Gintov, O. B. (2019). The structure of the earth's crust of the central part of the Holovanivsk suture zone according to the reinterpretation of materials of IV geotraverse of NHS (PK 295-400). *Геофиз. журн.*, 41(1), 172-179. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158870>.

The Bug mining area of the Ukrainian shield. Structural-petrophysical map of the crystalline basement and some problems of the Early Precambrian geology

O. B. Gintov, V. A. Entin, S. V. Mychak, L. V. Farfuliak, 2020

¹ S. I. Subbotin Institute of Geophysics National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

² State Enterprise «Ukrainian Geological Company», Kiev, Ukraine

Structural and petrophysical map of a scale 1:100 000 of the Bug mining area (BMA), one of the most promising areas of ore minerals in the eastern part of the Ukrainian shield has been built. The area is located in the Middle Bug (sheets of topographic map M-35-XXXVI-eastern half and M-36-XXXI). Materials of geological survey of a scale 1:50 000,

deep geological mapping of a scale 1:200 000, exploration, as well as: geophysical surveys of a scale 1:10 000—1:50 000, seismic and geoelectric deep sounding; special tectonic works on outcrops; published results of determining the isotopic age of Precambrian rocks have been put into the basis of the constructions.

Authors tried to enclose only indisputable data such as material composition, structural and textural features, petrophysical characteristics of rocks, the contours and dimensions of bodies by geophysical data and drilling, tectonophysical parameters of discontinuous structures directly in the map content.

Unclear and discussion debatable points on the map are not shown and discussed in the text. These problems include the tectonic position of BMA (the Bug Mining Area), which, according to the authors, belonged to the Bug megablock in the Archean and in the Proterozoic it was divided by the fault Talnov zone and as a result of the process of shifting-pulling apart its eastern part joined the Ingul megablock. The deep crust-mantle nature established in the territory of BMA of the large Golovanevsk and Bandurivka gravitation anomalies have been shown.

The authors rejected the division of Early Precambrian rocks of granulite facies into suites as because the principle of a sequence of strata and correlation of sections in the area is not observed. The problem of the scope of the Dniester and Bug series from which rocks of Proterozoic kinzigite formations were excluded is being discussed here. Particular attention has been paid to the mechanisms of formation of subvertical layered banded structure of thickness of Early Precambrian granulite complexes of the area. It is shown that this structurally textured rock fabric formed in the early Proterozoic as a result of horizontal forces and horizontal movements of the substance and the folding has mainly near-fault shift character with subvertical hinges of folds, which is clearly seen in the horizontal sections and by the results of drilling.

Key words: Ukrainian shield, Middle Bug, tectonics, ore area, folding, granulite facies.

References

- Azhgirey, G. D. (1956). *Structural Geology*. Moscow: Moscow State University Publ. House, 491 p. (in Russian).
- Vinogradov, G. G. (1970). On the genesis of pyroxene gneisses and some issues of Precambrian stratigraphy of the Middle Bug. In *Petrography of the Precambrian Russian platform* (pp. 352—357). Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
- Vinogradov, G. G., & Paliy, D. P. (1971). *Report on the Geological Survey of scale 1:50 000, Sheets M-36-121-B, M-36-122-A*. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 195 p. (in Russian).
- Chekunov, A. V. (Ed.). (1988). Geotraverses IV, VI, VIII. In *Lithosphere in Central and Eastern Europe* (pp. 127—165). Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
- Scherbak, N. P. (Ed.). (2005). *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Archean*. Kiev: Naukova Dumka, 244 p. (in Russian).
- Scherbak, N. P. (Ed.). (2008). *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic*. Kiev: Naukova Dumka, 240 p. (in Russian).
- Gintov, O. B. (2004). Fault zones of the Ukrainian shield. Influence of faulting processes of the formation of the Earth's crust structure. *Geofizicheskiy zhurnal*, 26(3), 3—24 (in Russian).
- Gintov, O. B. (2005). *Field tectonophysics and its application in the study of crustal deformation of Ukraine*. Kiev: Feniks, 572 p. (in Russian).
- Gintov, O. B. (2015). Problems of the geodynamics of the Ukrainian shield in the Precambrian. *Geofizicheskiy zhurnal*, 37(5), 3—22. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i5.2015.111142> (in Russian).
- Gintov, O. B. (1978). *The structure of the continental crust in the early stages of its development*. Kiev: Naukova Dumka, 163 p. (in Russian).
- Gintov, O. B. (2014). The scheme of periodization of the stages of faulting in the Earth's crust of the Ukrainian Shield — new data and the consequences. *Geofizicheskiy zhurnal*, 36(1), 3—18. <https://doi.org/10.24028/>

- gzh.0203-3100.v36i1.2014.116145 (in Russian).
- Gintov, O. B., Entin, V. A., Mychak, S. V., Pavlyuk, V. N., Guskov, S. I. (2018). The unique basic-metabasite structures of Pobuzhsky mining area, its geological value and prospects of ore bearing (according to geophysical and geological data). *Geofizicheskiy zhurnal*, 40(3), 3—26. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137170> (in Russian).
- Gintov, O. B., Entin, V. A., Mychak, S. V., Pavlyuk, V. N., & Zyultsle, V. V. (2016). Structural and petrophysical tectonophysical base of geological map of the crystalline foundation of the central part of the Golovanevsk suture zone of the Ukrainian shield. *Geofizicheskiy zhurnal*, 38(3), 3—28. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777> (in Russian).
- Gintov, O. B., Orlyuk, M. I., Entin, V. A., Mychak, S. V., Bakarzhieva, M. I., Shymkiv, L. M., Marchenko, A. V. (2018). The structure of the Western and Central parts of the Ukrainian shield. Matters of argument. *Geofizicheskiy zhurnal*, 40(6), 3—29. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151000> (in Ukrainian).
- Gintov, O. B., & Pashkevich, I. K. (2010). Tectonophysical analysis and geodynamic interpretation of three-dimensional geophysical model of the Ukrainian Shield. *Geofizicheskiy zhurnal*, 32(2), 3—27 (in Russian).
- Gintov, O. B., & Shevchuk, V. V. (2017). *Structural-ity of the Ukrainian shield and peculiarities of the Early Precambrian faulting on the example of the Golovanivsk suture zone*. Kyiv: TOV «NVP Interservis», 162 p. (in Ukrainian).
- State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. Geological map and the map of useful minerals of the crystalline foundation. Central Ukrainian series. Sheet M-36-XXXI (Pervomaysk). (2004). Kyiv: Published by the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, State Geological Service (in Ukrainian).
- Dovbush, T. I., Skobelev, V. M., & Stepanyuk, L. M. (2000). The results of the study of Precambrian rocks of the western part of the Ukrainian shield by Sm-Nd isotopic method. *Mineralogicheskii zhurnal*, 22(3), 132—142 (in Russian).
- Dovgan, R. N., Entin, V. A., Pavlyuk, V. N. (2006). Bandurovka paleovolcanic structure and related perspectives on diamond bearing. *Mineralni resursy Ukrayiny*, (4), 22—28 (in Russian).
- Dovgan, R. M., Entin, V. A., & Pavlyuk, V. M. (2009). Khmelnytsk-Odessa ortocraton as the central lithospheric megastructure of the suburbs of the East-European platform and its search for diamonds appeal. *Mineralni resursy Ukrayiny*, (1), 6—10 (in Ukrainian).
- Dovgan, R. M., Zyultsle, V. V., & Entin, V. A. (1989). *The geological structure and minerals of the Zaval'evsk geological area. Account on the deep geological mapping of the sheet M-35-144-B, and the geological survey of the sheet M-T-35-132-G*. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 256 p. (in Russian).
- Drevin, A. Ya. (1966). Structure, stratigraphy of the Middle Bug and search criteria on silicate nickel. Candidate's thesis. Kiev, 23 p. (in Russian).
- Entin, V. A., Gintov, O. B., Mychak, S. V., Belskiy, V. N., Geyko, Yu. V., Poliachenko, E. B., Guskov, S. I., & Marchenko, A. V. (2019). «The Great» dyke of the Bug area. *Geofizicheskiy zhurnal*, 41(4), 77—96. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i4.2019.177368> (in Russian).
- Entin, V. A., Guskov, S. I., Orlyuk, M. I., Gintov, O. B., & Osmak, R. V. (2015). Map absolutely value field of gravity in Ukraine and some aspects of its possible interpretations. *Geofizicheskiy zhurnal*, 37(1), 53—56. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323> (in Russian).
- Entin, V. A., & Lukash, V. V. (1998). *The results of preparing geophysical and geochemical basis for CDP-200 of the platform cover and GGC-200 of the crystalline base sheet M-35-XXXVI (Gayvoron)*. Kiev: Geolfonds (in Russian).
- Entin, V. A., Shimkiv, L. M., Nechaeva, T. S., Dzyuba, B. M., Gintov, O. B., Pashkevich, I. K., Krasovskiy, S. S. (2002). *Preparing for the geophysical base of the Tectonical map of the Ukraine of scale 1:1000 000*. Kyiv: Geoinform Ukrainy, 55 p. (in Ukrainian).
- Kyrylyuk, V. P. (2017). Open letter to members of the Bureau of the National stratigraphic Committee of Ukraine and to geologists-precambrianists. *Geologicheskii zhurnal*, (4), 88—99 (in Ukrainian).
- Kirilyuk, V. P. (1986). Stratigraphic areas and stratotypes of the Precambrian western part of Ukrainian Shield. *Geologicheskii zhurnal*, (2), 36—46 (in Russian).

- Kirilyuk, V. P. (1982). Stratigraphy of Precambrian western part of the Ukrainian shield (on the formational basis). Article 1. Stratigraphic Precambrian complexes and the formations of early Archean. *Geologicheskij zhurnal*, (3), 88—102 (in Russian).
- Kyryliuk, V. P. (2015a). Once more the problems of the stratigraphy of the Pobuzhye granulitic complex (on the occasion of drafting a new regional stratigraphic scheme of Lower Precambrian Ukrainian Shield). Article 1. General informations and division of the Pobuzhye stratigraphic complex into the suits. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, (2), 125—140 (in Ukrainian).
- Kyryliuk, V. P. (2015b). Once more the problems of the stratigraphy of the Pobuzhye granulitic complex (on the occasion of drafting a new regional stratigraphic scheme of Lower Precambrian Ukrainian Shield). Article 2. The ratio of the suites of the Pozhug stratigraphic complex. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, (3), 147—168 (in Ukrainian).
- Kyryliuk, V. P. (2015c). Once more the problems of the stratigraphy of the Pobuzhye granulitic complex (on the occasion of drafting a new regional stratigraphic scheme of Lower Precambrian Ukrainian Shield). Article 3. Place of the Pobuzh stratigraphic complex in the general geochronological scale of Precambrian. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, (4), 133—143 (in Ukrainian).
- Kyslyuk, V. V., Zyuultse, V. V., & Nikitash, L. P. (2011). *Geological structure and useful minerals of the rivers watershed Pivdenny Bug i Dnister. Report of GDP-200 territory of the sheet of paper -M-35-XXXVI (Haivoron)*. Kyiv: Geofonds, 460 p. (in Ukrainian).
- Kostenko, N. M. (2016). Ukrainian tectonic zoning of the Ukrainian shield as the sole basis for tectonic, stratigraphic and other constructions. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, (3), 144—163 (in Ukrainian).
- Kostyuchenko, V. S., Zyuultse, V. V., Vykhodtsev, N. K., & Fedorov, A. V. (1990). *The geological structure and mineral resources of the Middle Bug. Report of deep geological mapping, scale 1:200 000 of the sheet - M-36 XXXI*. Vol. 1. Kiev: Ukrgeofond, 338 p. (in Russian).
- Lazko, E. M., Kyrylyuk, V. P., Lisak, A. M., Sivoronov, A. A., & Yatsenko, G. M. (1986). Lower Precambrian stratigraphic scheme of the Ukrainian shield (on the basis of the formational basis). *Geologicheskij zhurnal*, 46(2), 18—26 (in Russian).
- Lazko, E. M., Kyrylyuk, V. P., Sivoronov, A. A., & Yatsenko, G. M. (1975). *Lower Precambrian of the western part of the Ukrainian Shield*. Lvov, 239 p. (in Russian).
- Lesnaya, I. M., & Kasyanenko, E. O. (2015). Accessoric zircon (composition, isotopic age) of enderbite Litin unit (*Ukrainian Shield*). *Geokhimiya ta rudoutvorennya*, (35), 29—36 (in Russian).
- Lobach-Zhuchenko, S. B., Arestova, N. A., Vrevskiy, A. B., Egorova, Yu. S., Baltybaev, Sh. K., Balaganskiy, V. V., Bogomolov, E. S., Stepanyuk, L. M., & Yurchenko, A. V. (2014a). Origin of crystalline schists of the Pobuzhye Granulite complex of the Ukrainian shield. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*, (59), 1—13 (in Russian).
- Lobach-Zhuchenko, S. B., Balaganskiy, V. V., Baltybaev, Sh. K., Artemenko, G. V., Bogomolov, E. S., Yurchenko, A. V., Stepanyuk, L. M., & Sukach, V. V. (2014b). Metamorphosed sedimentary rocks of the Dniester and Bug Series of the Paleoarhean Ukrainian shield: composition, age, sources. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, (5), 1—18 (in Russian).
- Lobach-Zhuchenko, S. B., Balaganskiy, V. V., Baltybaev, Sh. K., Stepanyuk, L. M., Ponomarenko, A. N., Lokhov, K. I., Koreshkova, M. Yu., Yurchenko, A. V., Egorova, Yu. S., Sukach, V. V., Berezhnaya, N. G., & Bogomolov, E. S. (2013). Stages of formation of the Pobuzhye granulitic complex: new structural and petrological and isotope-geochronological data (Middle Pobuzhya, Ukrainian Shield). *Mineralogichnyy zhurnal*, 35(4), 87—99 (in Russian).
- Lukienko, O. I. (2002). *Structural Geology with bases of structural paragenetic analysis. Textbook*. Kyiv: Publishing and Printing Center «Kyiv University», 366 p. (in Ukrainian).
- Lukienko, O. I., Kravchenko, D. V., & Sukhorada, A. V. (2008). Dislocation tectonics and tectonofaciya of Ukrainian Precambrian Shield. Kyiv: Publishing and Printing Center «Kyiv University», 279 p. (in Ukrainian).

- Mikhailov, D. A. (1983). *Metasomatic origin of the Precambrian ferruginous quartzite*. Leningrad: Nauka, 168 p. (in Russian).
- Mychak, S. V. (2019). Structural features and kinematic evolution of the Earth's crust of the western Ukrainian Shield. *Doctor's thesis*. Kyiv: Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, 364 p. (in Ukrainian).
- Nechayev, S. V., Gintov, O. B., & Mychak, S. V. (2019a). Connection of rare earth, rare metal and gold mineralization with fault-block tectonics of the Ukrainian shield. 1. *Geofizicheskij zhurnal*, 41(1), 3—32. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151000> (in Russian).
- Nechayev, S. V., Gintov, O. B., & Mychak, S. V. (2019b). Connection of rare earth, rare metal and gold mineralization with fault-block tectonics of the Ukrainian shield. 2. *Geofizicheskij zhurnal*, 41(2), 58—83. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i2.2019.164450> (in Russian).
- Nechayev, S. V., & Semka, V. A. (1989). *Skarns of Ukraine*. Kiev: Naukova Dumka, 212 p. (in Russian).
- Orlyuk, M. I. (2000). Spatial and spatio-temporal magnetic models of the magnetic structures of different ranks of the lithosphere of the continental type. *Geofizicheskij zhurnal*, 22(6), 148—165 (in Russian).
- Orlyuk, M. I., Bakarzhiev, N. I., & Marchenko, A. V. (2018). Geomagnetic field and crustal magnetization of the Ingulets megablock, Golovanivsk and Ingulets-Kremenchug suture zones. *Geology and mineral resources of Ukraine. Abstracts of scientific conference devoted to the 100th anniversary of the National Academy of Sciences and the State Service of Geology and Mineral Resources of Ukraine. Kyiv, 2—4 October* (pp. 172—184) (in Ukrainian).
- Orlyuk, M., Bakarzhieva, M., & Marchenko, A. (2019). The nature of the Pokotylyv magnetic minimum. In *Geophysics and geodynamics: forecasting and monitoring of the geological environment* (pp. 149—152). Lviv: Raster-7 (in Ukrainian).
- Pavlyuk, V. M., Bobrov, A. B., Vysotskiy, B. L., Dovgan, R. M., Zhovynskiy, E. Ya., Kostenko, N. M., Lykov, L. I., & Tsybal, S. M. (2008). *Report on «Geology, petrology, geochemistry, age and ore-bearing of mafit-ultramafit associations of the Western part of the Ukrainian shield»*. Books 1-6. GP Fund «Ukrainian geological company». Kyiv, 683 p. (in Ukrainian).
- Pavlyuk, V. N., Entin, V. A., Gintov, O. B., & Guskov, S. I. (2019). On the prospects of prospecting of gold deposits in Golovanevsk suture zone of the Ukrainian Shield. *Geofizicheskij zhurnal*, 41(5), 87—104. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i5.2019.183632> (in Russian).
- Ponomarenko, A. N., Gintov, O. B., & Stepanyuk, L. M. (2018). On the so-called «leykogramulitova formation» and «zelenolevadovsk suite» of the Early Precambrian Ukrainian Shield. *Geofizicheskij zhurnal*, 40(5), 47—70. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i5.2018.147474> (in Russian).
- Slenzak, O. I. (1965). *On the structure of Ukrainian Precambrian (for example, the southwestern part of the Ukrainian crystalline shield)*. Kyiv: Naukova Dumka, 139 p. (in Ukrainian).
- Sollogub, V. B. (1986). *Lithosphere of Ukraine*. Kiev: Naukova Dumka, 183 p. (in Russian).
- Starostenko, V. I., Gintov, O. B., & Kutas, R. I. (2011). Geodynamic development of the lithosphere of Ukraine and its role in the development and deployment of mineral deposits. *Geofizicheskij zhurnal*, 33(3), 3—22 (in Russian).
- Starostenko, V. I., Kuprienko, P. Ya., Makarenko, I. B., Savchenko, A. S., & Legostaeva, O. V. (2018). Three-dimensional density model of the crust of the central part of the Ukrainian shield Golovanevskiy seam zone. *Geofizicheskij zhurnal*, 40(3), 27—53. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137172> (in Russian).
- Stepanyuk, L. M. (2000). Geochronology of Precambrian western part of the Ukrainian Shield (Archean-Paleoproterozoic). Doctor's thesis. Kyiv, 290 p. (in Ukrainian).
- Stepanyuk, L. M. (1997). Metasomatic nature and biotitic and biotitic-garnet gneisses of the Middle Pobuzhya. *Dopovidi NAN Ukrainy*, (1), 133—136 (in Ukrainian).
- Stepanyuk, L. M. (2018). Problems of stratigraphy and geochronology of the Ukrainian Shield. *Mineralogichnyy zhurnal*, 40(1), 6—31 (in Ukrainian).

- Stepanyuk, L. M., Hintov, O. B., Mychak, S. V., Kurylo, S. I., Dovbush, T. I., Zyl'tsle, A. V., Semka, V. A., Bondarenko, S. M., & Kovalenko, N. A. (2018). The age of monazite crystalline rocks of the lower reaches of the river. Yatran (Dniester-Bug megablock of the Ukrainian shield) using the uranium-lead method. *Heokhimiya ta rudoutvorenniya*, (39), 24—35 (in Ukrainian).
- Stepanyuk, L. M., Dovbush, T. I., Kurilo, S. I., Zyl'tsle, O. V., & Yaskevych, T. B. (2017). Uranium-lead age of monazite biotite gneisses of the Middle Pobuzhya of the Ukrainian Shield. *Mineralogichnyy zhurnal*, 39(2), 46—56 (in Ukrainian).
- Stepanyuk, L. M., Dovbush, T. I., Kurilo, S. I., & Lisna, I. M. (2016). The final stage of granitoid magmatism in the Dniester-Bug megablock of the Ukrainian shield. *Heokhimiya ta rudoutvorenniya*, (6), 72—81 (in Ukrainian).
- Stepanyuk, L. M., Shumlyansky, L. V., Ponomarenko, O. M., Dovbush, T. I., & Vysotsky, O. B. (2010). To the question of the age range of the Kosharo-Alexander formation of the Bug series in the Bug region. *Geokhimiya ta rudoutvorenniya*, (28), 4—10 (in Ukrainian).
- Tectonic map of Ukraine. Scale 1:1000 000. Part I. Explanatory note. (2007). Kyiv: Publ. of the Ukrainian State Geological Survey Institute, 97 p. (in Ukrainian).
- Khain, V. E. (2001). *Tectonics of continents and oceans*. Moscow: Nauchnyy Mir, 606 p. (in Russian).
- Cherednichenko, A. I. (1964). *Tectonophysical conditions of mineral transformations in the solid rock*. Kiev: Naukova Dumka, 184 p. (in Russian).
- Chikov, B. M. (1990). The basis of the theoretical concept of stress metamorphism (in relation to the lineament zones of the earth's crust). In *The structure of lineament zones of stress metamorphism. Collection of scientific papers* (pp. 3—31). Novosibirsk: Nauka (in Russian).
- Shakina, K. A., & Skakun, L. Z. (2010). Mineral composition and processes of forming graphite bearing rocks of Zavallya graphite deposit. *Abstracts of the International scientific and practical conference «Stratigraphy, geochronology and correlation of the Lower Precambrian rock complexes of the East-European platforms foundation»*. Kyiv: Publ. of the Ukrainian State Geological Survey Institute, 252 p. (in Ukrainian).
- Shcherbak, N. P., Artemenko, G. V., Lesnaya, I. M., & Ponomarenko, A. N. (2005). *Geochronology of the Early Precambrian Ukrainian Shield. Archean*. Kiev: Naukova Dumka, 243 p. (in Russian).
- Shcherbak, N. P., Artemenko, G. V., Lesnaya, I. M., Ponomarenko, A. N., & Shymlyanskiy, L. V. (2008). *Geochronology of the Early Precambrian Ukrainian Shield. Proterozoic*. Kiev: Naukova Dumka, 240 p. (in Russian).
- Shcherbakov, I. B. (2000). Evolution of magmatism of the Ukrainian Shield. *Mineralogicheskyy zhurnal*, 22(2-3), 36—47 (in Russian).
- Shcherbakov, I. B. (2005). *Petrology of the Ukrainian Shield*. Lvov: ZUGTS, 366 p. (in Russian).
- Chulliat, A., Alken, P., Nair, M., Woods, A. & Maus, S. (2015). *The Enhanced Magnetic Model 2015-2020*. National Centers for Environmental Information, NOAA. doi: 10.7289/V56971HV.
- Claesson, S., Bibikova, E., Bogdanova, S. & Skobelev, V. (2006). Archean terranes, European Craton. In *European Lithosphere Dynamics* (Vol. 32, pp. 645—654). Geological Society, London, Memoirs.
- Lysynchuk, D., Farfuliak, L., Kolomiyets, K., & Kolomiyets, O. (2019). Reconstruction of seismic DSS crosssection of the VI geotravers and detailing of velocity characteristics of the earth crust in the gravity Bandura structure. *Geoinformatics 2019. EAGE-2019-16-160*.
- Orlyuk, M., Marchenko, A., Romenets, A., & Barkarjieva, M. (2018). Ukrainian Regional Magnetic Map: the results of calculations of the geomagnetic field components for the Epoch 2015. *COBS Journal*, (5), 40.
- Trypolsky, O. A., Topoliuk, O. V., & Gintov, O. B. (2019). The structure of the earth's crust of the central part of the Holovanivsk suture zone according to the reinterpretation of materials of IV geotraverse of NHS (PK 295-400). *Geofizicheskiy zhurnal*, 41(1), 172—179. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158870>.

Побужский горнорудный район Украинского щита. Структурно-петрофизическая карта кристаллического фундамента и некоторые вопросы геологии раннего докембрия

О. Б. Гинтов, В. А. Ентин, С. В. Мычак, Л. В. Фарфуляк, 2020

¹Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина

²Государственное предприятие «Украинская геологическая компания»,
Киев, Украина

Построена структурно-петрофизическая карта масштаба 1:100 000 Побужского горнорудного района (ПГРР), одного из наиболее перспективных на рудные полезные ископаемые в западной части Украинского щита. Район расположен на Среднем Побужье (листы топографической карты М-35-XXXVI — восточная половина и М-36-XXXI). В основу построений положены материалы геологической съемки масштаба 1:50 000, глубинного геологического картирования масштаба 1:200 000, поисково-разведочных работ, а также геофизических съемок масштабов 1:10 000—1:50 000, сейсмического и геоэлектрического глубинного зондирования; специальных тектонофизических работ на обнажениях; опубликованных результатов определения изотопного возраста докембрийских горных пород.

Непосредственно в содержание карты авторы постарались вложить только бесспорные данные, такие как вещественный состав, структурно-текстурные особенности, петрофизическая характеристика горных пород, контуры и размеры тел по геофизическим и буровым данным, тектонофизические параметры разрывных структур.

Неясные и дискуссионные моменты на карте не показаны и обсуждены в тексте. К таким вопросам относится тектоническое положение ПГРР, который, по мнению авторов, в архее принадлежал Бугскому мегаблоку, а в протерозое был разделен Тальновской зоной разломов и в результате процесса сдвига-раздвига его восточная часть отошла к Ингульскому мегаблоку. Показана глубинная коромантийная природа установленных на территории ПГРР крупных Голованевской и Бандуровской гравитационных аномалий.

Авторы отказались от подразделения раннедокембрийских горных пород гранулитовой фации на свиты, так как принцип последовательности напластования и корреляции разрезов в районе не соблюдаются. Обсуждена проблема объема днестровско-бугской серии, из которой исключены породы кинцигитовой формации, имеющие протерозойский возраст. Особое внимание уделено механизмам формирования субвертикального слоисто-полосчатого строения толщи раннедокембрийских гранулитовых комплексов района. Показано, что эта структурно-текстурная ткань горных пород образовалась в раннем протерозое в результате действия горизонтальных сил и горизонтальных движений вещества, а складчатость имеет в основном приразломный сдвиговый характер с субвертикальными шарнирами складок, что хорошо видно в горизонтальных срезах и по результатам бурения.

Ключевые слова: Украинский щит, Среднее Побужье, тектоника, рудный район, складчатость, гранулитовая фация.