УДК 551.24. 03 (477) DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151000

Структура західної і центральної частин Українського щита. Спірні питання

О. Б. Гінтов [1], М. І. Орлюк[1], В. А. Єнтін[2], І. К. Пашкевич[1], С. В. Мичак[1], М. І. Бакаржієва[1], Л. М. Шимків[2], А. В. Марченко[1], 2018

[1]Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна
[2]ГП «Українська геологічна компанія», Київ, Україна
Надійшла 2 серпня 2018 р.

Рассматриваются некоторые спорные вопросы составления Схемы разломно-мегаблоковой тектоники западной части Украинского щита в связи с решением Межведомственного тектонического комитета Украины о составлении Тектонической карты Украинского щита масштаба 1 : 500 000. Показано, что при составлении такой Схемы должны более полно учитываться и использоваться геофизические данные, детально и объективно отражающие как поверхностное, так и глубинное строение земной коры щита. Приведены новейшие карты аномального магнитного и гравитационного полей, карта рельефа поверхности Мохо и другие материалы, анализ которых дает основание для выводов о конкретных структурах западной и центральной частей региона. Установлено, что формирование типичной мегаблоковой структуры Украинского щита началось не ранее неоархея, но архейские зоны разломов в исследуемой части щита однозначно установить и проследить в настоящее время трудно, а иногда практически невозможно, так как раннепротерозойские процессы региональной гранитизации и динамометаморфизма кардинально изменили здесь состав и структуру земной коры. Геофизические данные, подкрепляемые геологическими и тектонофизическими наблюдениями, отчетливо фиксируют протерозойские зоны разломов, которые начали формироваться после рубежа 2,5 млрд лет назад. Они пересекают и деформируют как архейские, так и раннепротерозойские гранитоидные комплексы, сопровождаясь процессами интенсивного диафтореза, метасоматоза и рудообразования. Доказывается, что архей-раннепротерозойские структурно-формационные комплексы, закартированные в пределах щита, не могут и не должны искусственно увязываться с протерозойской разломно-мегаблоковой структурой, которая сформировалась в конце раннего протерозоя и наложена на указанные комплексы. Представляется сомнительным и устаревшим тезис о субгоризонтально-этажном строении раннедокембрийской коры Украинского щита, в соответствии с которым структурные этажи коры образованы располагающимися друг над другом стратометаморфическими комплексами, характеризуемыми прямо пропорциональной связью возраста и степени регионального метаморфизма пород. Эта концепция не учитывает значительной роли горизонтальних движений блоков литосферы, которые вызывают перераспределение и локализацию термодинамических условий в земной коре.

Ключевые слова: Украинский щит, тектоника, структура, разломы, мегаблоки, структурно-формационные комплексы, диафторез.

Вступ. Тектонічне районування Українського щита (УЩ), яке має дуже важливе значення для цілей геологічного картування і металогенічного прогнозування, досі перебуває у невизначеному становищі. Існує декілька схем п'яти-, шести- і семимегаблокового поділу УЩ, з яких рішенням Ранньодокембрійської секції Національного стратиграфічного комітету (НСК) України (2003) затверджено шестимегаблокову схему (рис. 1) — Волинський, Дністровсько-Бузький, Росинсько-

Тікицький, Інгульський (Кіровоградський), Середньопридніпровський та Приазовський мегаблоки [Кореляційна..., 2004].

Проте ця схема й досі викликає суперечливі питання, головними з яких є такі:

- відображення структури докембрійського кристалічного фундаменту у геофізичних полях;
- поділ Дністровсько-Бузького мегаблока на Подільський і Бузький та визначення їх меж;
- об'єднання Бузького і Росинського мегаблоків в єдиний Бузько-Росинський мегаблок та визначення його меж;
- положення межі між Бузьким (Дністровсько-Бузьким) та Інгульським мегаблоками;
- взаємозв'язок мегаблоків і структурно-формаційних комплексів (СФК) щита;
- проблема виділення шовних зон щита.

Перш ніж розглянути ці питання, зауважимо, що розломно-блокова, в тому числі мегаблокова, структура УЩ через його слабку відслоненість завжди спиралася на геофізичні матеріали. Основними першопроходцями та авторами схем розломно-блокової тектоніки УЩ починаючи з середини XX ст. були саме геофізи-

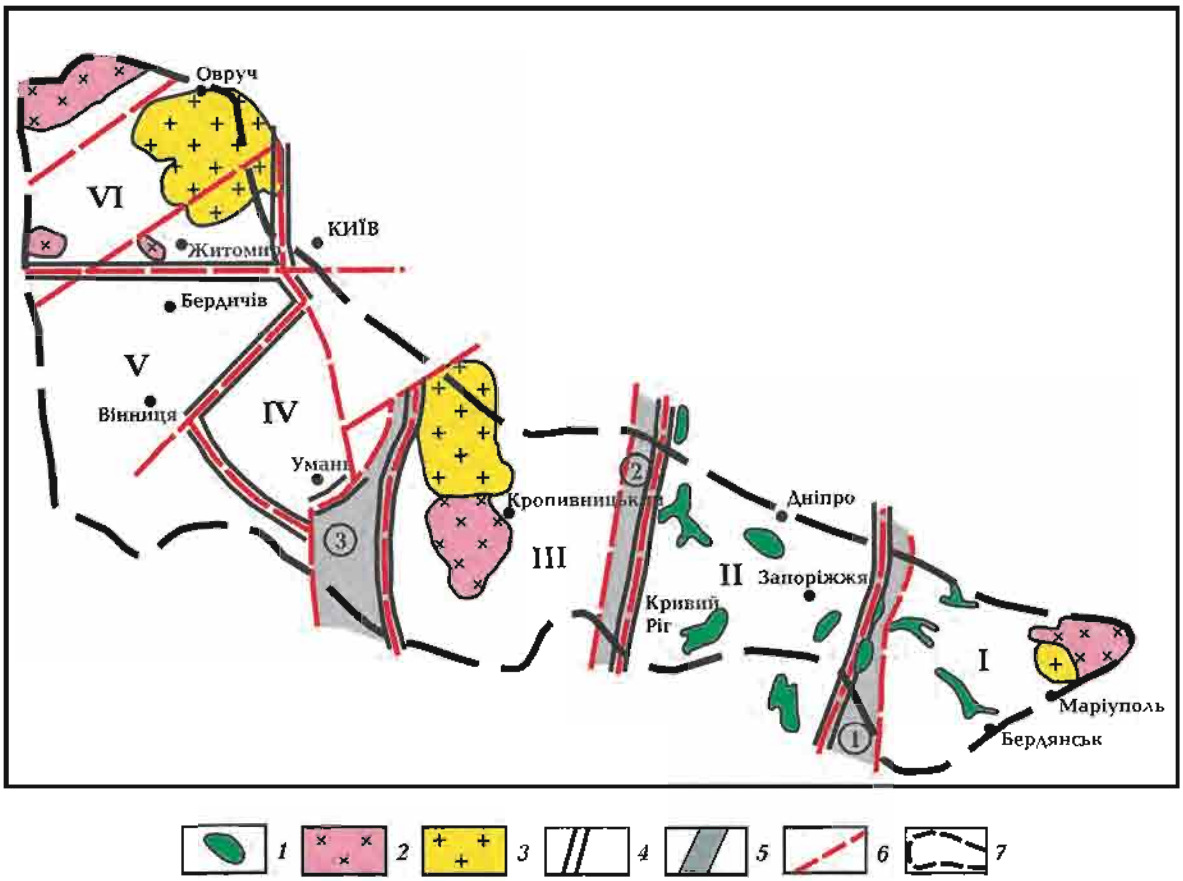


Рис. 1. Схема тектонічного районування Українського щита, чинна на цей час [Костенко, 2016]: *1* — архейські зеленокам'яні структури; *2* — палеопротерозойські габро-діорит-гранітні масиви; *3* — мезопротерозойські габро-анортозит-рапаківі-гранітні і габро-сієніт-гранітні плутони; *4* — межі мегаблоків (I — Приазовський (гранулiт-амфіболіто-гнейсовий з коренями зеленокам'яних структур); II — Середньопридніпровський (граніт-зеленокам'яний); III — Інгульський (граніт-амфіболіто-гнейсовий); IV — Росинсько-Тікицький, або Білоцерківський (граніт-амфіболітовий); V — Дністровсько-Бузький, або Подільський (гранулiто-гнейсовий); VI — Північно-Західний, або Волинський (граніт-амфіболіто-гнейсовий)); *5* — міжблокові шовні зони (цифри в кружках: 1 — Оріхіво-Павлоградська; 2 — Інгулецько-Криворізька; 3 — Голованівська); *6* — основні глибинні розломи; *7* — межа Українського щита.

ки (Г. К. Кужелов, К. Ф. Тяпкін, З. О. Крутиховська, В. Б. Соллогуб, А. В. Чекунов, В. І. Старостенко та ін., у тому числі автори цієї статті). Магнітні і гравітаційні карти — достатньо точні та однозначні документи, тому розломно-блокові схеми, побудовані

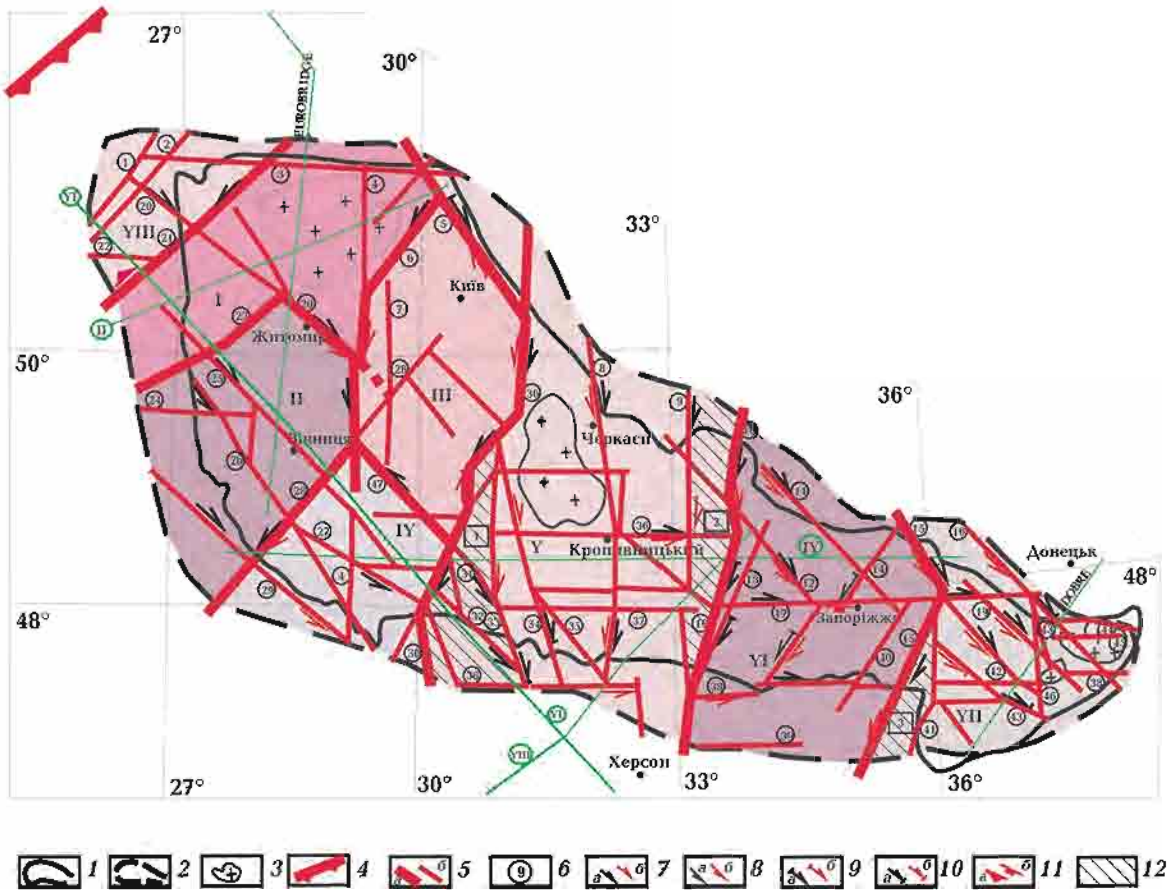


Рис. 2. Схема мегаблоків і зон розломів Українського щита та його схилів [Єнтін та ін., 2002; Гинтов, 2004, 2005, 2014, 2015; Гинтов, Пашкевич, 2010; Старостенко и др., 2011]: *1* — контур відслоненої частини щита; *2* — контур схилів щита, в межах яких простежуються складчасті та розривні структури докембрійського фундаменту за геофізичними даними; *3* — плутони і великі інтрузивні масиви гранітоїдів; *4* — межа між Сарматією і Фенноскандією; *5* — зони розломів: *а*, *б* — між- і внутрішньомегаблокові відповідно; *6* — номери зон розломів; *кінематичні знаки*: *7* — правий зсув (*а* — під час закладання, *б* — під час головної фази активізації), *8* — лівий зсув (*а* і *б* — те саме, що і в п. *7*), *9* — підкидо-зсув (*а* і *б* — те саме, що і в п. *7*), *10* — скидо-зсув (*а* і *б* — те саме, що і в п. *7*), *11* — підкид (*а*) і скид (*б*); *12* — шовні зони (цифри в квадратиках): 1 — Голованівська, 2 — Інгулецько-Криворізька, 3 — Оріхіво-Павлоградська.

Мегаблоки: I — Волинський; II — Подільський; III — Росинський; IV — Бузький; V — Інгульський; VI — Середньопридніпровський; VII — Приазовський; VIII — Волино-Поліський вулканоплутонічний пояс. *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 — Оріхіво-Павлоградська, 16 — Центральноволноваська, 17 — Девладівська, 18 — Малоянисольська, 19 — Краснополянська, 20 — Сарненсько-Варварівська, 21 — Сущано-Пержанська, 22 — Володимир-Волинська, 23 — Тетерівська, 24 — Хмельницька, 25 — Хмільницька, 26 — Летичівська, 27 — Ободівська, 28 — Немирівська, 29 — Подільська, 30 — Тальнівська, 31 — Ємилівська, 32 — Врадіївська, 33 — Первомайська, 34 — Звенигородсько-Братська, 35 — Новоукраїнська, 36 — Субботсько-Мошоринська, 37 — Бобринецька, 38 — Конкська, 39 — Горностаївська, 40 — Малокатеринівська, 41 — Азовсько-Павлівська, 42 — Куйбишевська, 43 — Сорокинська, 44 — Південнодонбаська, 45 — Верхньокомишуваська, 46 — Центральноприазовська, 47 — Дашівська.

Кольори на рисунку не мають геологічного змісту, а лише слугують для виділення мегаблоків.

геофізиками, можна було деталізувати, змінювати назви структур, однак протиріч не виникало, тому що розломи на картах не можна було відобразити інакше — в інших місцях або з іншими простяганнями. Геологи (В. Г. Бондарчук, М. П. Семененко, Г. І. Каляєв, В. А. Рябенко та ін.), беручи за основу межі мегаблоків за геофізичними даними (не завжди, на жаль, підкреслюючи провідну роль останніх), укладали в них свій історико-геологічний зміст. Це могли бути уявлення про переважне поширення в межах мегаблоків кристалічних порід того чи іншого складу, СФК, рудних формацій, ступінь регіонального метаморфізму та ін. Причому не дуже враховували, яким чином такі уявлення теоретично підтверджуються геофізикою.

Розглянемо викладене детальніше. Для пояснень використаємо Схему розломно-блокової структури УЩ, яку геофізики побудували і використовують уже багато років практично без змін (рис. 2). Ця Схема є частиною Геофізичної основи Тектонічної карти України масштабу 1:1000000, [Єнтін та ін., 2002], яку передано в УкрНДГРІ і використано (з деякими змінами) при створенні цієї карти [Тектонічна..., 2007]. Структура УЩ у ній семимегаблокова у зв'язку з виділенням самостійного Бузького мегаблока, про що йдеться нижче. З того часу Схема (рис. 2) існує без суттєвих змін у варіантах з розглядом шовних зон як самостійних структур або таких, що увійшли до складу мегаблоків. Утім, які можуть бути суттєві зміни, якщо зони розломів УЩ та їх параметри визначаються геофізично і геологічно дуже чітко і не викликають у геофізиків жодних суперечок?

1. Відображення структури кристалічного фундаменту у геофізичних полях. *Аномальне магнітне поле.* На сучасній карті аномального магнітного поля УЩ (рис. 3) враховано результати високоточних наземних і аеромагнітних знімань до масштабу 1:10 000. На рис. 4—7 показано кар-

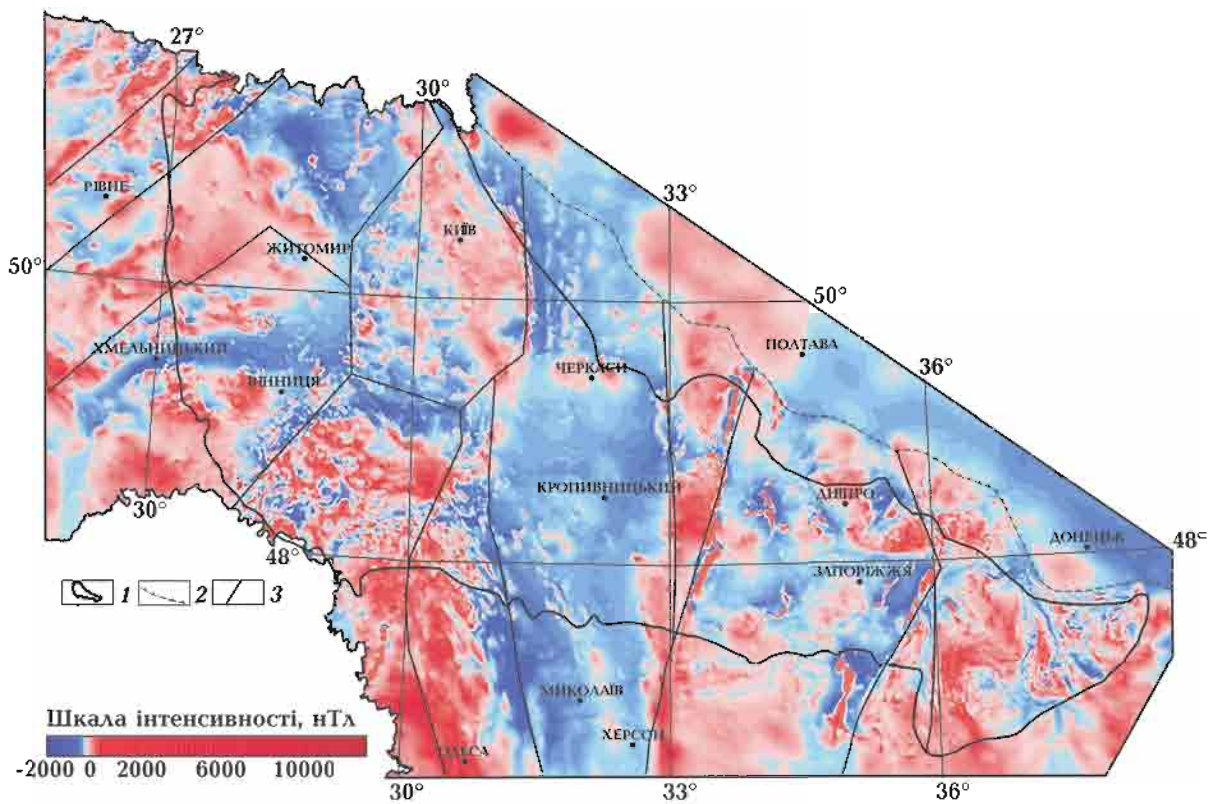


Рис. 3. Карта аномального магнітного поля $(\Delta T)_a$ Українського щита: *1* — межа УЩ; *2* — межа Дніпровсько-Донецької западини; 3 — головні розломи.

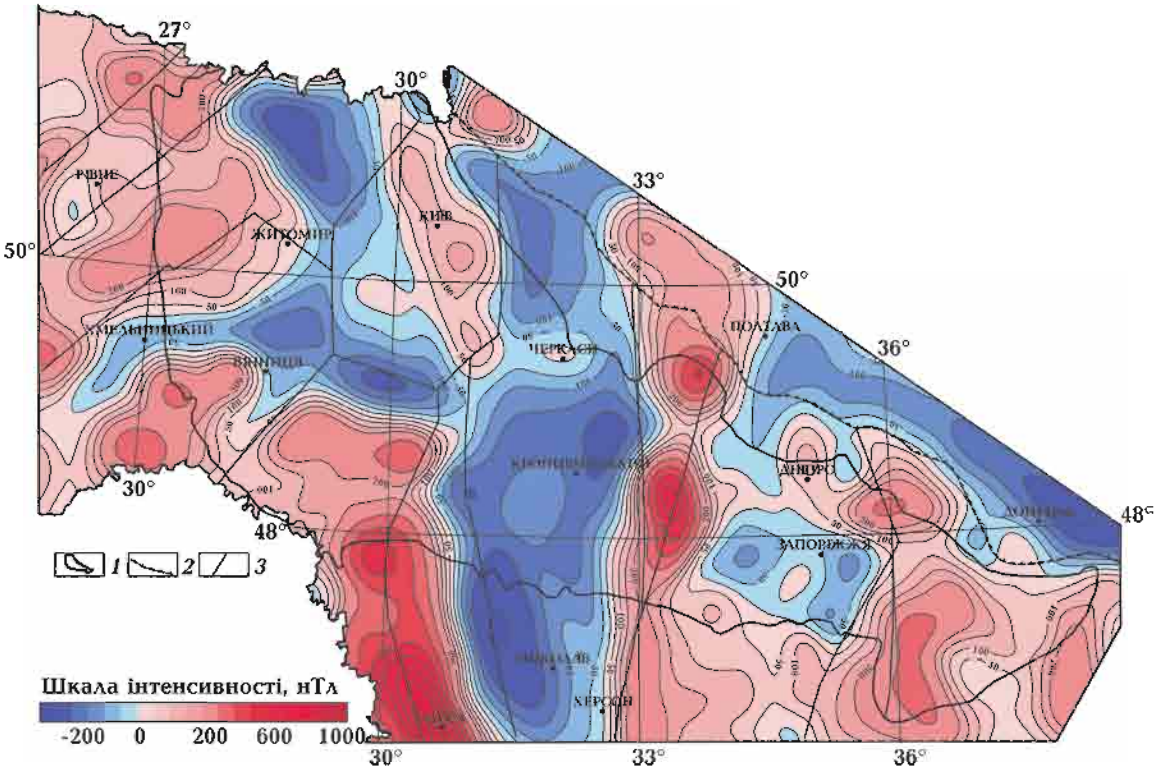


Рис. 4. Карта регіональної компоненти аномального магнітного поля $(\Delta T)_{a\ рег}$ Українського щита. Умовні позначення див. на рис. 3.

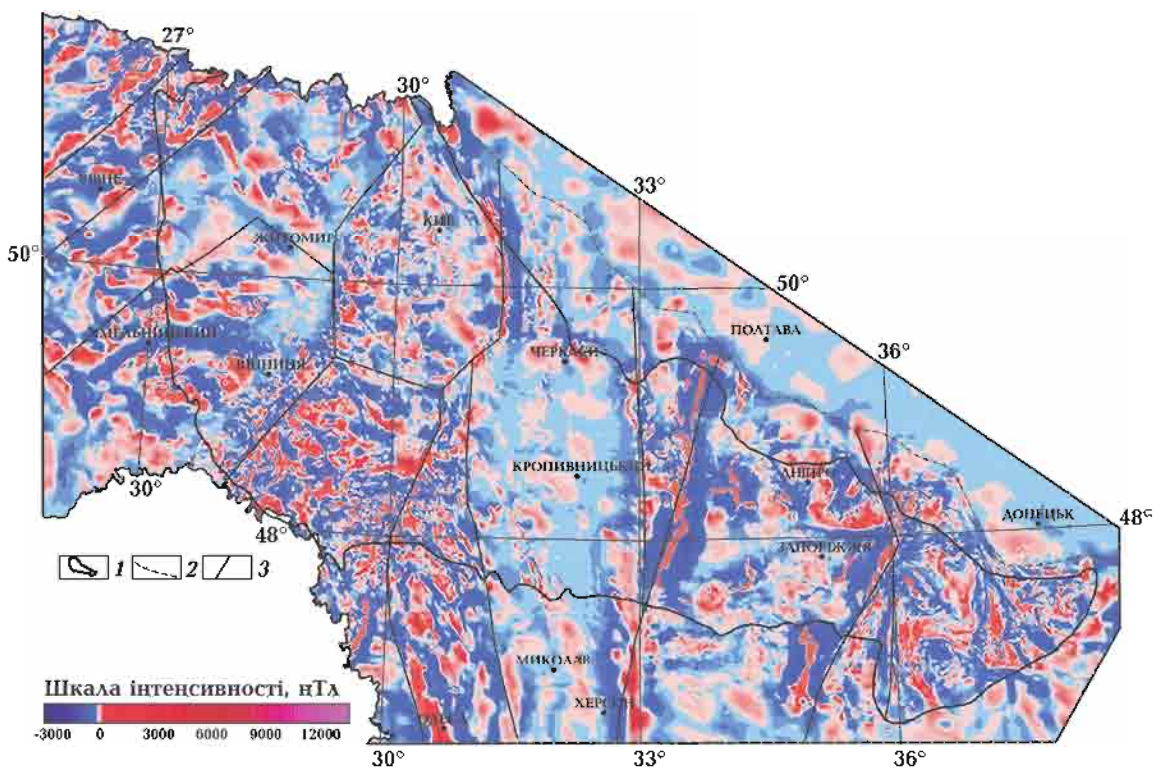


Рис. 5. Карта локальної компоненти аномального магнітного поля $(\Delta T)_{a\ лок}$ Українського щита. Умовні позначення див. на рис. 3.

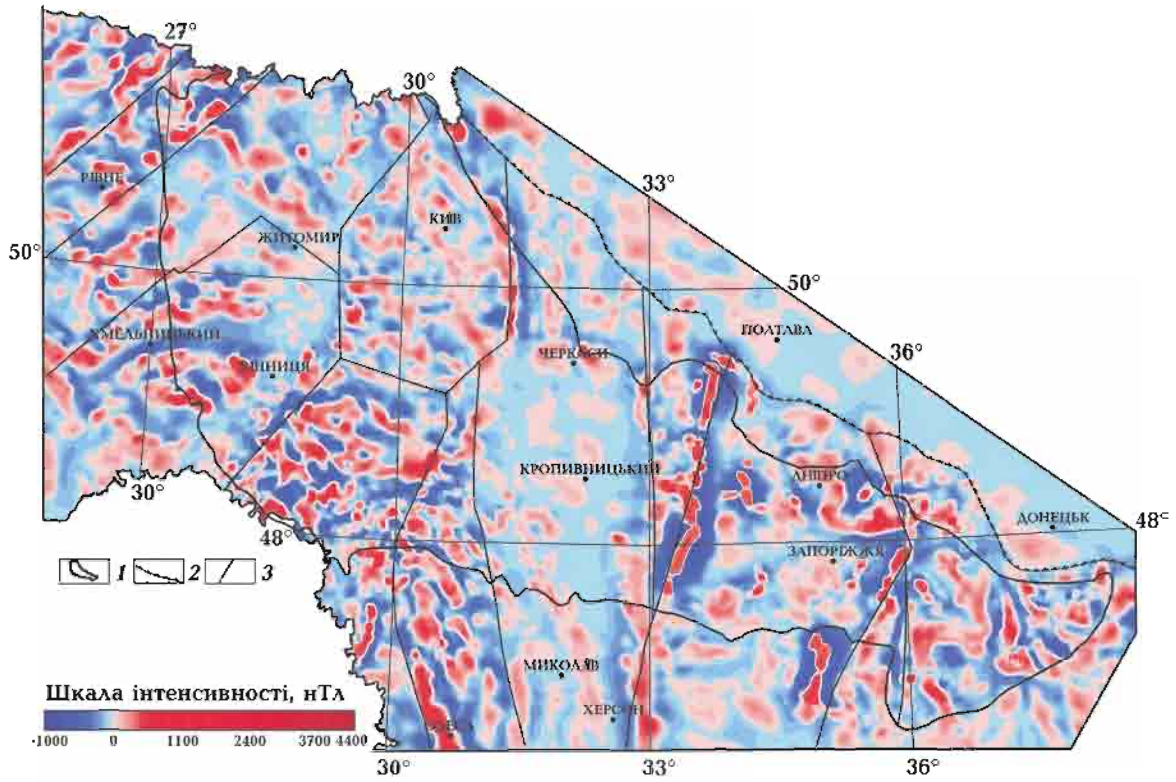


Рис. 6. Карта «середньохвильової» компоненти аномального магнітного поля $(\Delta T)_{a\ сх}$ Українського щита. Умовні позначення див. на рис. 3.

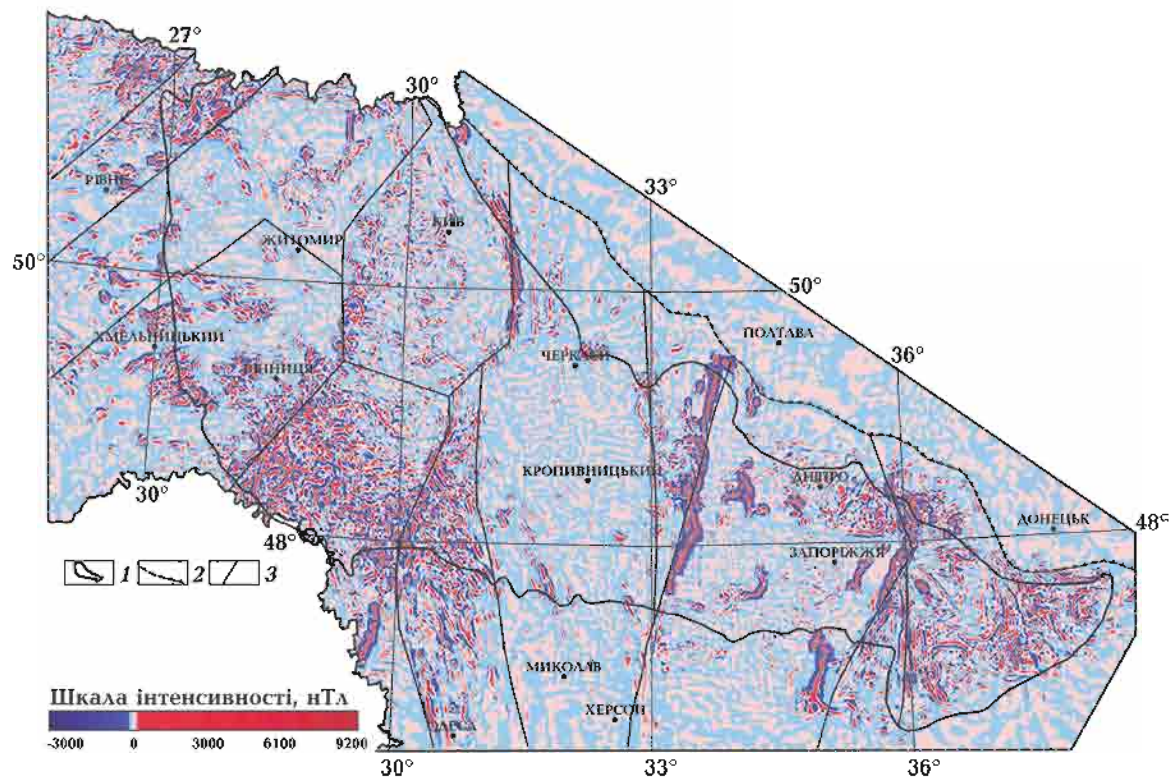


Рис. 7. Карта «короткохвильової» компоненти аномального магнітного поля $(\Delta T)_{a\ кх}$ Українського щита. Умовні позначення див. на рис. 3.

ти різнохвильових компонент поля $(\Delta T)_a$, отриманих шляхом трансформацій вихідного поля (осереднення та хвильового аналізу фільтром Гауса), які з певним наближенням відображають магнітні поля різних шарів земної кори [Орлюк и др., 2018].

Насамперед осередненням з вікном 40×40 км було виділено регіональну (довгохвильову) компоненту $(\Delta T)_{a\ рег}$, яка пов'язана з нижньою частиною земної кори в інтервалі глибин (10—15)÷(35—55) км (рис. 4). Відповідно, локальну складову геомагнітного поля $(\Delta T)_{a\ лок}$ (різниця між вихідним і регіональним полями, рис. 5) також було розділено (осередненням з коміркою 5×5 км) на середньохвильову $(\Delta T)_{a\ сх}$, що формується магнітною неоднорідністю в інтервалі глибин (2—3)÷(10—15) км (рис. 6), та короткохвильову $(\Delta T)_{a\ кх}$, що тяжіє безпосередньо до глибин 2—3 км верхньої частини розрізу земної кори (рис. 7).

Зауважимо, що джерела магнітних аномалій різних рангів і класів зумовлені магнітними мінералами (залізо, магнетит, титаномагнетит, гематит, піротин та ін.), які пов'язані з магматичними породами (переважно основного та середнього складу) і можуть утворюватися під впливом флюїдних й метаморфічних процесів.

Не зупиняючись поки що на аналізі вихідного геомагнітного поля, коротко розглянемо характеристику його різнохвильових компонент. Згідно з рис. 4, структурний план регіонального магнітного поля зумовлений окремими регіональними аномаліями (Новоград-Волинською, Київською, Вінницькою, Гайсинсько-Уманською, Ананьївською та Одеською — на заході, Кременчуцькою, Західноінгулецькою та Херсонською — на сході). Між аномаліями західної та східної смуг спостерігаються своєрідні ділянки зі зниженими значеннями регіонального поля, які можна об'єднати в зони субширотного та широтного простягання. Центральна частина Інгульського мегаблока виділяється регіональним мінімумом інтенсивністю –150÷ –200 нТл, на заході та сході якого наявні ділянки з інтенсивнішими негативними аномаліями, що зумовлені мінімумами від джерел регіональних магнітних аномалій Голованівської та Інгулецько-Криворізької шовних зон. Характер магнітного поля нижньої та частково середньої частин кори засвідчує відсутність магнітних джерел регіонального класу в межах центральної частини Інгульського мегаблока УЩ.

Відповідно до рис. 4—7, у регіональній та короткохвильовій компонентах геомагнітного поля найчіткіше проявляються відмінності Бузького, Подільського та Росинського мегаблоків, а саме регіональна компонента геомагнітного поля в межах першого має інтенсивність від 250 до 500 нТл і більше, другого — до 250, а в межах третього — до 150 нТл. Аналіз короткохвильової компоненти геомагнітного поля показує принципові відмінності щодо просторового поширення та інтенсивності індукції в межах геоблоків. І тільки їхні межі відзначаються близьким характером розглянутої компоненти.

Слід звернути увагу, що на всіх картах (можливо, крім «короткохвильової»), передусім на вихідній (див. рис. 3), виділяється дугова смуга зниженого поля $(\Delta T)_a$, яка прослідковується від м. Хмельницький, через міста Вінниця і Первомайськ до м. Миколаїв. Вона дугоподібно облямовує позитивні аномалії $(\Delta T)_a$ Голованівської шовної зони (ГШЗ), Бузького і південної частини Подільського мегаблоків, обмежуючи в межах УЩ та його схилів півкільцеву структуру. Далі ця дугова смуга з підвищеним мозаїчним полем всередині простежується на північному заході Чорноморського шельфу, у Молдові та Румунії, утворюючи таким чином чітку овалоподібну структуру північ-північно-західного простягання розміром 680×400 км. На рис. 8 показано фрагмент карти аномального магнітного поля з покращеної магнітної моделі на епоху 2015 р. (Enhanced Magnetic Model (EMM2015)), на якому цю структуру бачимо повністю. Вона чітко виділяється і в регіональній компоненті геомагнітного поля Східноєвропейської платформи (рис. 9, *а*) та як велика складна магнітна неоднорід-

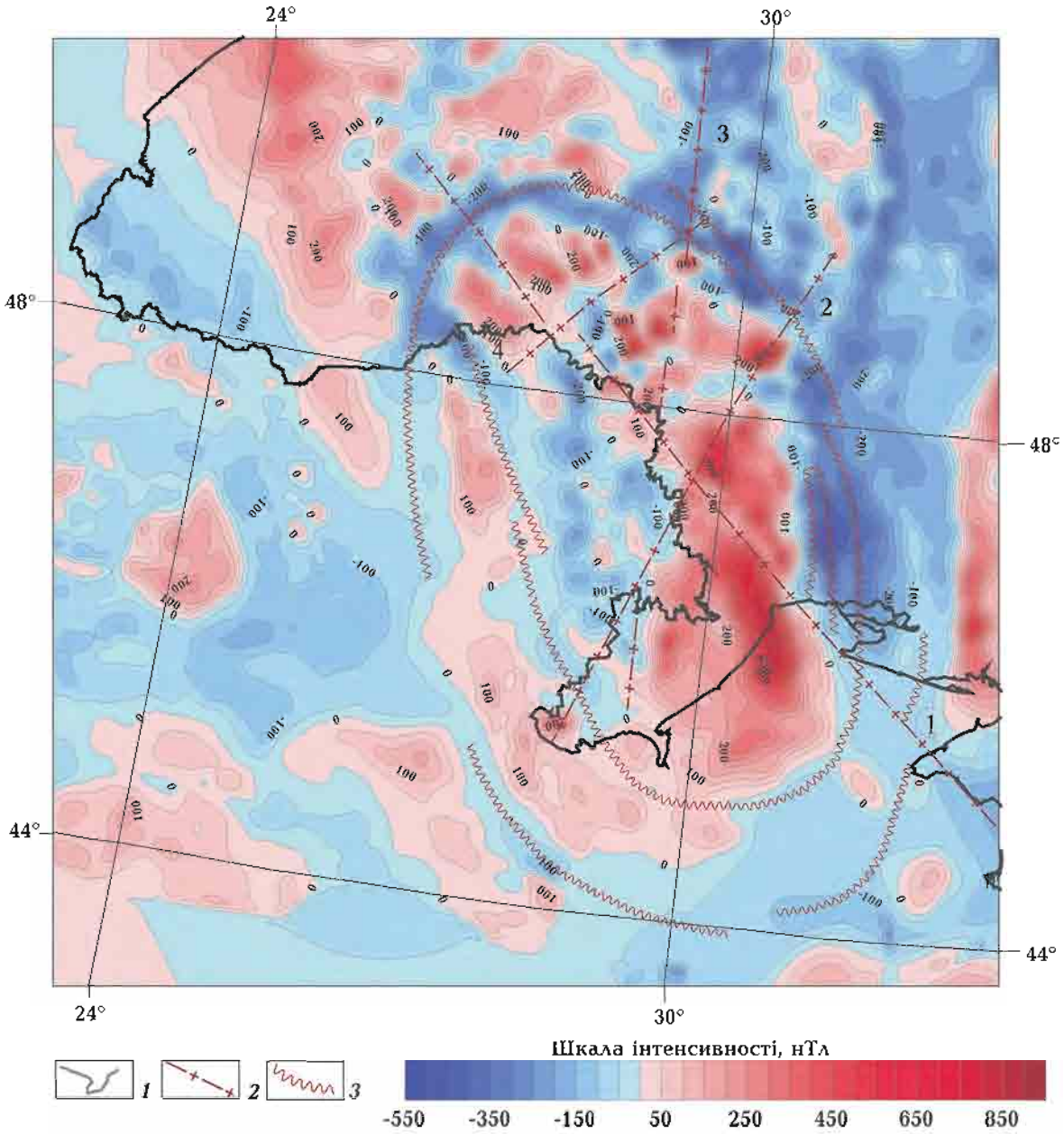


Рис. 8. Магнітне поле південного заходу України і суміжних територій та ортократон [Довгань та ін., 2009; Chulliat et al., 2015]: *1* **— державний кордон України;** *2* **— зони трансмегаблокових коромантійних розломів;** *3* **— осі негативних лінійних аномалій, які утворюють овалоподібний сегмент магнітного поля.**

***Цифри у кружках*: 1 — Подільська, 2 — Ізмаїл-Тальнівська, 3 — Звіздаль-Заліcько-Кілійська, 4 — Немирівська аномалії.**

ність — в зоні кутового зчленування її західної та південної меж (рис. 9, *б*) [Орлюк, 2000].

У крайових частинах цієї неоднорідності розміщуються джерела Вінницької, Гайсинсько-Уманської, Ананьївської та Одеської регіональних аномалій.

За даними статті [Орлюк, 2000], магнітні джерела з намагніченістю 1,0—4,0 А/м розміщуються 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 тому). Глибинні джерела пізнішого віку можуть бути пов'язані з формуванням межі платформи та шовних грабенів, що супроводжують її.

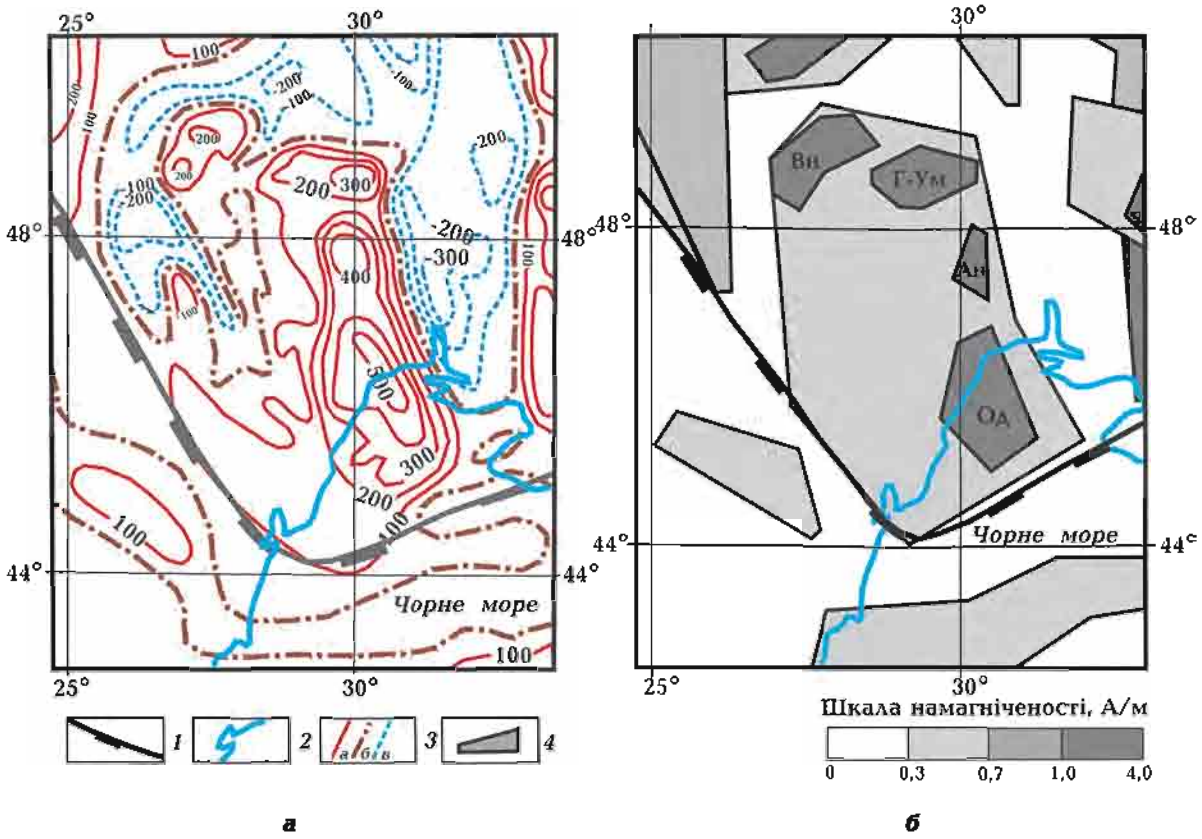


Рис. 9. Фрагмент карти регіональної компоненти геомагнітного поля (*а*) та магнітної моделі (*б*) Східноєвропейської платформи: *1* — межа платформи; *2* — берегова лінія Чорного моря; *3* — ізолінії магнітного поля: *а* — додатні, *б* — нульова, *в* — негативні; *4* — глибинні магнітні джерела. *Скорочення*: Вн—Вінницька, Г-Ум — Гайсинсько-Уманська, Ан — Ананьївська, Од — Одеська регіональні аномалії.

Побузькі геологи і геофізики [Довгань та ін., 2009] виділили цю структуру як Хмельницько-Одеський архейський кратон під не дуже звичною назвою «ортократон (архон)», маючи на увазі його відособленість у геофізичних полях, жорсткість і давній вік. Геологічно (мається на увазі відслонена і розбурена частина) описуваний кратон складений породами чарнокіт-ендербітового ряду з великою кількістю останців катархейських кристалосланців дністровсько-бузької серії. Кратон характеризується аномальним розвитком масивів базитів-гіпербазитів і порід залізорудної формації. За петрологією і численними знахідками широїв і хромшпінелідів алмазоносної асоціації та й десятками знахідок алмазів, цей регіон автори відносять до групи архейських алмазоносних кратонів. Подібні висновки щодо Середнього і Нижнього Побужжя випливають з публікацій [Глевасский, Каляев, 1998; Щербак и др., 2005; Щербаков, 2005].

Деяка неоднорідність аномального магнітного поля кратону пов'язана не лише з його геологічною неоднорідністю та різною потужністю осадового чохла, а й з порушеністю його молодшими січними зонами розломів, які проявлені в магнітному полі переважно негативними аномаліями. Яскравіше такі зони розломів проявляються в аномальному гравітаційному полі, про що йдеться далі.

У цьому відношенні цікавим є питання про залізорудні родовища і рудопрояви — Фрунзівка, Ананьїв, Полянецьке, Чемірпіль, Грушка (саме північне) та багато інших, які сконцентровані в межах кратону вздовж Тальнівської зони розломів і в зоні її впливу. За складом і віком вони подібні до криворізьких, але лише фрунзівські залізисто-кременисто-сланцеві утворення,

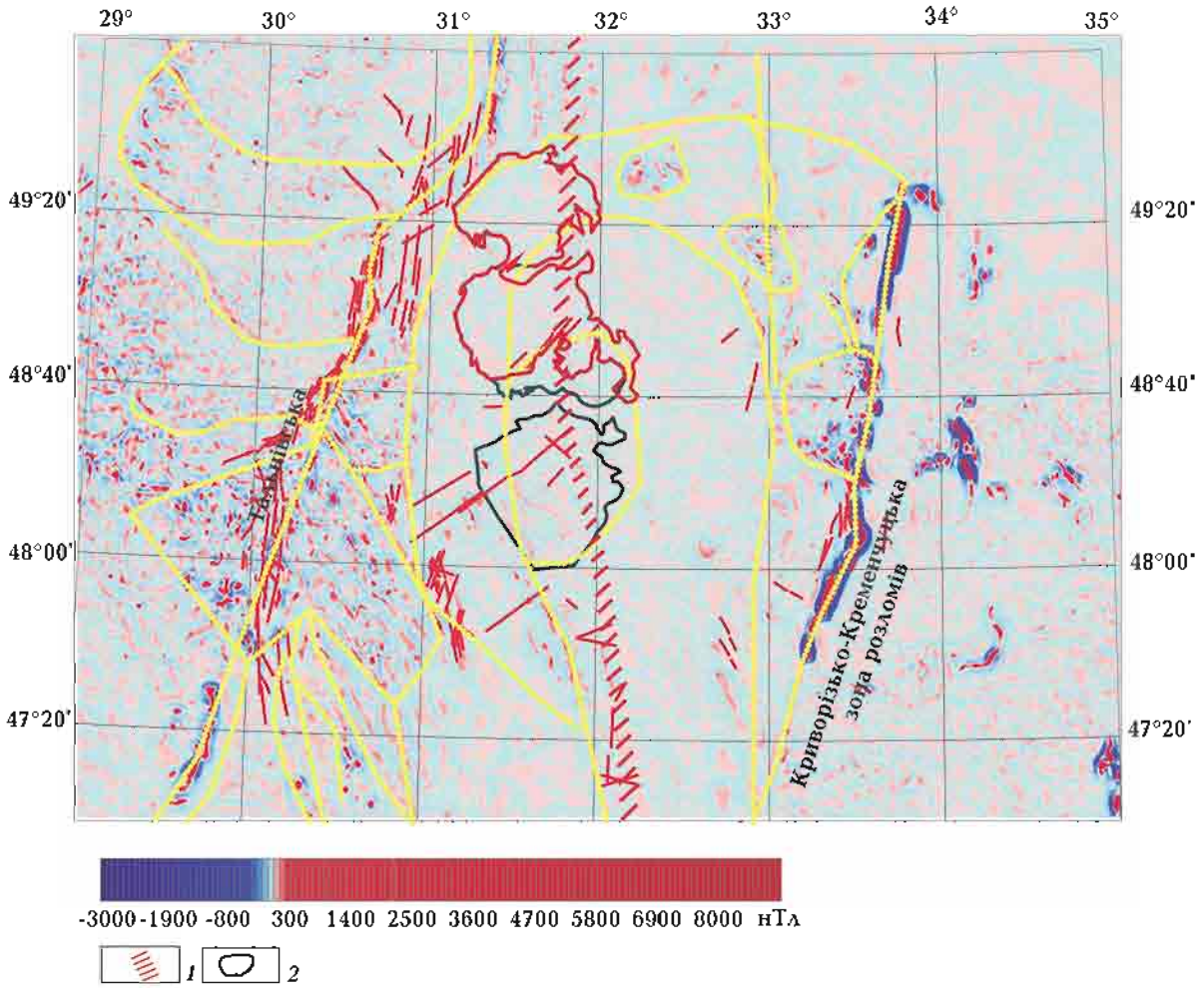


Рис. 10. Аномальне магнітне поле верхньої частини земної кори Українського щита $(\Delta T)_{\text{а в.ч.з.к}}$: *1* — Трансрегіональна зона розсуву Херсон—Смоленськ; *2* — контур Корсунь-Новомиргородського плутону та Новоукраїнського масиву; жовтим кольором виділено ділянки з різним характером поля.

як і криворізькі, метаморфізовані у фації зелених сланців, інші — у гранулітовій або високого ступеня амфіболітовій фації. І. Б. Щербаков [Щербаков, 2005] навіть висунув «крамольну», на його думку, гіпотезу, згідно з якою криворізька серія — це діафторована і тектонізована бузька серія.

Особливо потрібно наголосити, що в межах власне УЩ та його південного схилу Тальнівська і Криворізько-Кременчуцька зони розломів, як «близнюки», паралельні одна одній, мають однакову внутрішню структуру, кінематику і вік [Гинтов, 2005]. Як добре бачимо на карті аномального магнітного поля верхньої частини земної кори (рис. 10), ці розломи виокремлюються низкою локальних інтенсивних аномалій відповідного простягання або характеризуються як такі, що розділяють ділянки поля різного типу та простягання. З цього випливає їх беззаперечно однакова роль у виособленні блокової структури центральної частини УЩ. І такою структурою є Інгульський мегаблок, про що йде мова нижче.

Аномальне гравітаційне поле (карта аномалій Буге, σ = 2,3 г/см^3 і карта повного горизонтального градієнта поля сили тяжіння) (рис. 11, 12)). Порівнявши рис. 2 і 11, можна побачити (особливо при збільшенні) на гравітаційній карті практично всі між- і внутрішньомегаблокові зони розломів, хоча їх виділяли не за цією

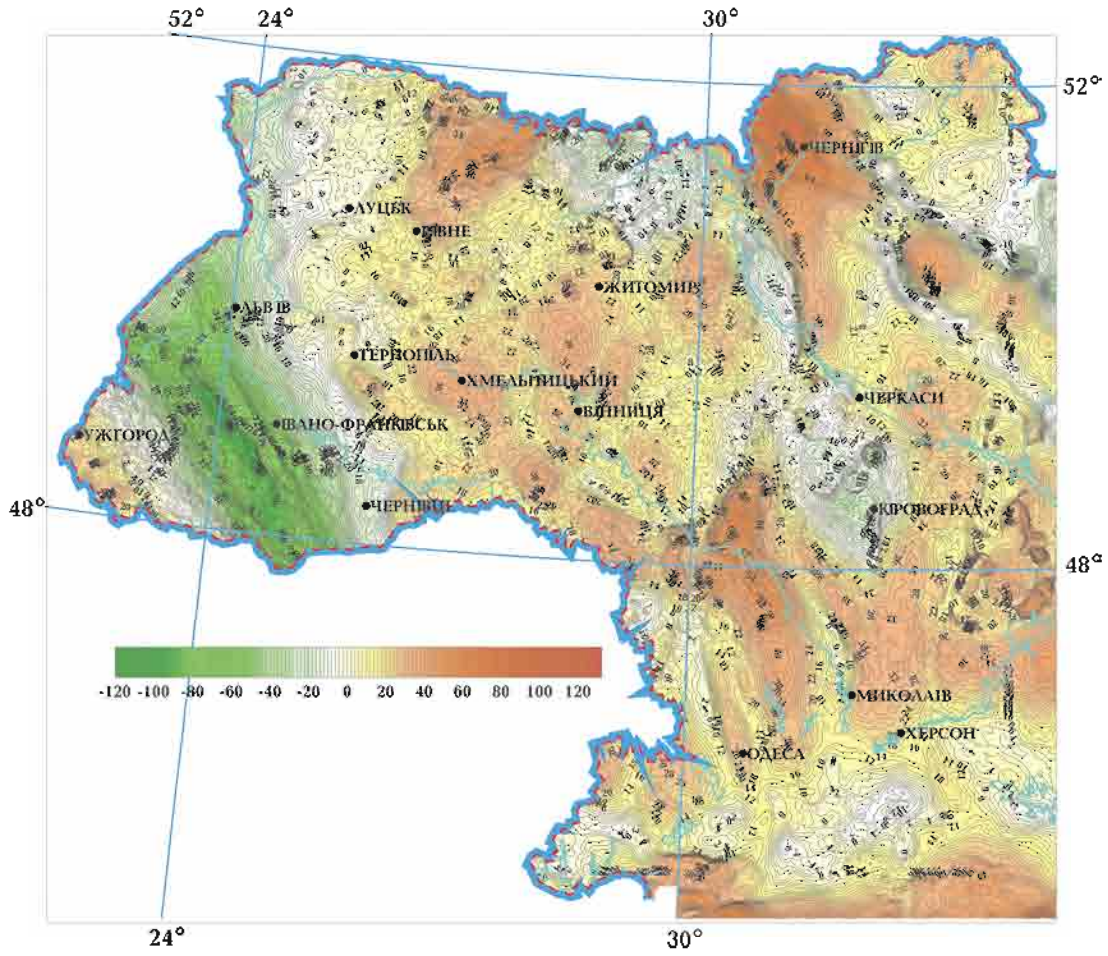


Рис. 11. Карта аномалій Буге ($\sigma = 2{,}3$ г/см^3) західної частини території України, за [Ентин и др., 2015]. Ізоаномали $G_{2,3}$ проведено через 5 мГал.

картою, а за деталькішими картами аномалій Буге, локальних аномалій Δg і карт ізодинам Z_a, $(\Delta T)_a$. Це (із заходу на схід) — Луцька, Горинська, Сущано-Пержанська, Тетерівська, Хмільницька, Подільська, Немирівська, Тальнівська, Первомайська, Звенигородсько-Братська, Кіровоградська, Криворізько-Кременчуцька та інші зони розломів. Їм відповідають зони високих градієнтів і лінійні мінімуми гравітаційного поля, що пов'язано, по-перше, з контактом мегаблоків та блоків порід різної узагальненої густини і, по-друге, з розущільненням порід у розломах унаслідок дилатансії, діафторезу, підвищеного ступеня гранітизації.

Становить інтерес також карта повного горизонтального градієнта поля сили тяжіння (рис. 12), яку отримано з карти абсолютних значень гравітаційного поля Δg [Ентин и др., 2015]. Вона тісно пов'язана з рельєфом земної поверхні. Втім і рельєф, у свою чергу, значно залежить від тектонічної структури земної кори.

На карті чітко простежується прямолінійна лінеаментна зона з азимутом простягання 290° від м. Дніпро до м. Біла Церква (через південну околицю м. Черкаси) протяжністю 450 км. Вона збігається з долинами річок Дніпро, Рось, Росава, тобто пов'язана з неотектонічними процесами, але разом з тим саме по ній зсунуті приблизно на 40 км Тальнівська і Первомайська зони розломів при переході у Ядлів-Трахтемирівську зону. Тому доходимо висновку, що цей лінеамент закладений

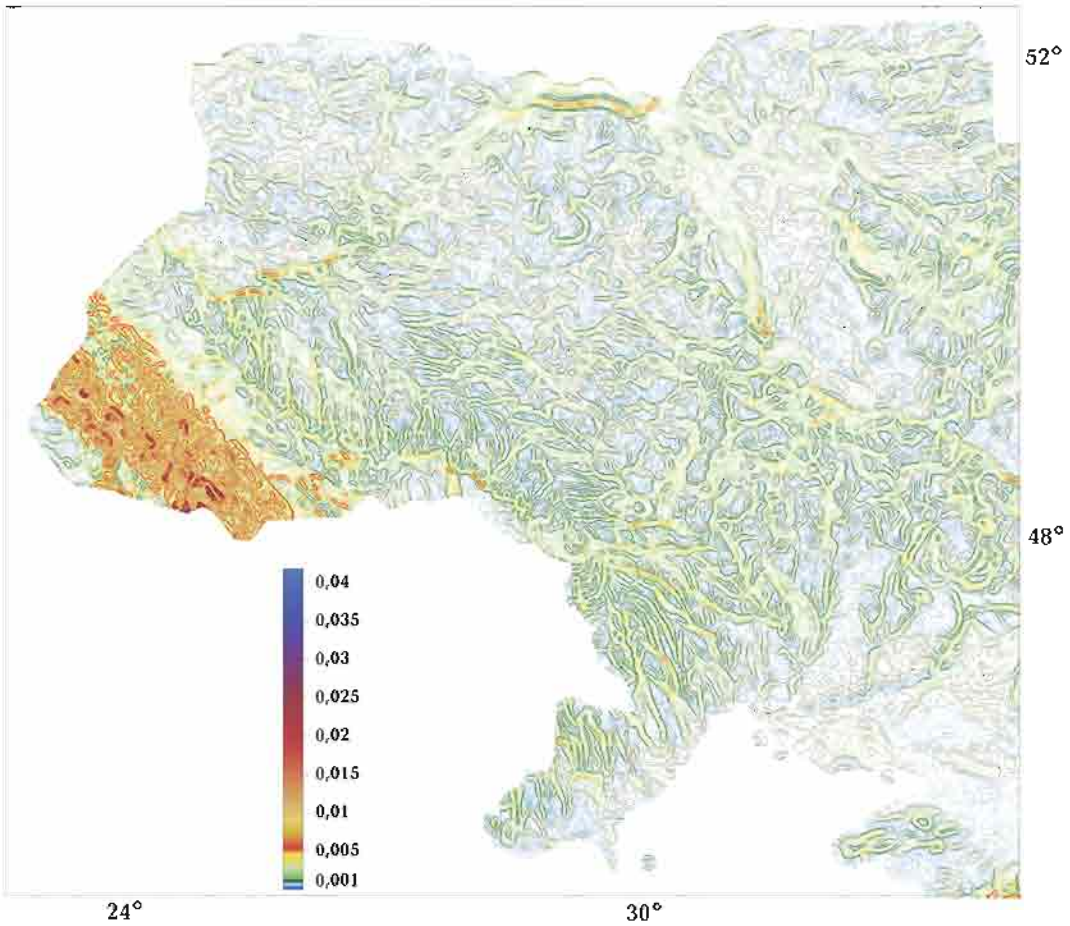


Рис. 12. Карта повного горизонтального градієнта поля сили тяжіння західної частини території України, що отримана з Карти абсолютних значень Δg, за [Ентин и др., 2015]. Ізолінії проведено через 10 Е (за значень градієнта від 0 до 40 Е) і 40 Е (за значень градієнта більш як 40 Е).

ще у протерозої, а можливо, і в неоархеї. Він обмежений на заході Брусилівською зоною розломів, тобто перерізає частково Середньопридніпровський, увесь Інгульський і майже весь Росинський мегаблоки, проте на картах аномалій Буге майже не проявлений, а на карті ізодинам Z_a, $(\Delta T)_a$ можна бачити лише окремі його відтинки, не пов'язані між собою. Тому на Схемі розломно-мегаблокової будови цей лінеамент не показано.

Отже, карти магнітного і гравітаційного полів добре відображають структуру і склад докембрійського фундаменту УЩ. При цьому, не вдаючися до детальних пояснень, слід зауважити, що магнітні властивості гірських порід стабільніші і магнітне поле частково «зберігає пам'ять» про найдавніші геологічні процеси, які відбувались у земній корі, зокрема формування архейських СФК. Гравітаційне поле чутливіше до тектонічних перебудов [Єнтін, 2008], навіть неотектонічних, особливо до зміни густини порід у розломах (подрібнення, діафторез та ін.), через те на середньомасштабних картах аномального поля сили тяжіння західної і центральної частин УЩ чітко проявлені протерозойські зони розломів, тоді як архейські майже не зберіглися.

При вивченні внутрішньої структури розломів за допомогою детальних гравімагнітних робіт однаково важливу роль відіграють і магнітні, і гравіметричні карти.

Матеріали глибинного сейсмічного зондування (ГСЗ). На Схемі рельєфу поділу Мохо під територією України (рис. 13) бачимо (у порівнянні зі Схемою на рис. 2),

що в межах західної частини УЩ Подільський, Бузький мегаблоки і західна частина ГШЗ характеризуються великою потужністю земної кори (50—65 км), на відміну від північно-східних мегаблоків, де потужність кори у переважній їх частині не перевищує 45 км. Площа поширення цієї товстої кори відділена від північно-східних і південно-західних територій зонами досить різкого заглиблення поділу М, причому південно-західна зона збігається з Летичівською зоною розломів, а по її осьовій лінії (орієнтир — м. Вінниця на рис. 2, 11, 13) проходить Хмільницька зона розломів. Це ранньопротерозойська структура [Соллогуб, 1986], що об'єднує Подільський, Бузький мегаблоки, південну частину Волинського мегаблока і західну частину ГШЗ, обмежені та поділені Сущано-Пержанською, Тетерівською, Немирівською зонами розломів і уступом поверхні Мохо в осьовій частині ГШЗ.

Наведені геофізичні дані є об'єктивною інформацією, яку отримано шляхом узагальнення польових досліджень останніх років. Можна додати також результати геологічної інтерпретації комплексу геофізичних даних — гравіметричних, сейсмометричних, магнітометричних, петрофізичних, які у поєднанні з даними петрології та геохімії показано на рис. 14. Згідно з ними, в межах західної частини УЩ кора її південного заходу належить до «лейкобазальтового» і «базальтового» типів, тоді

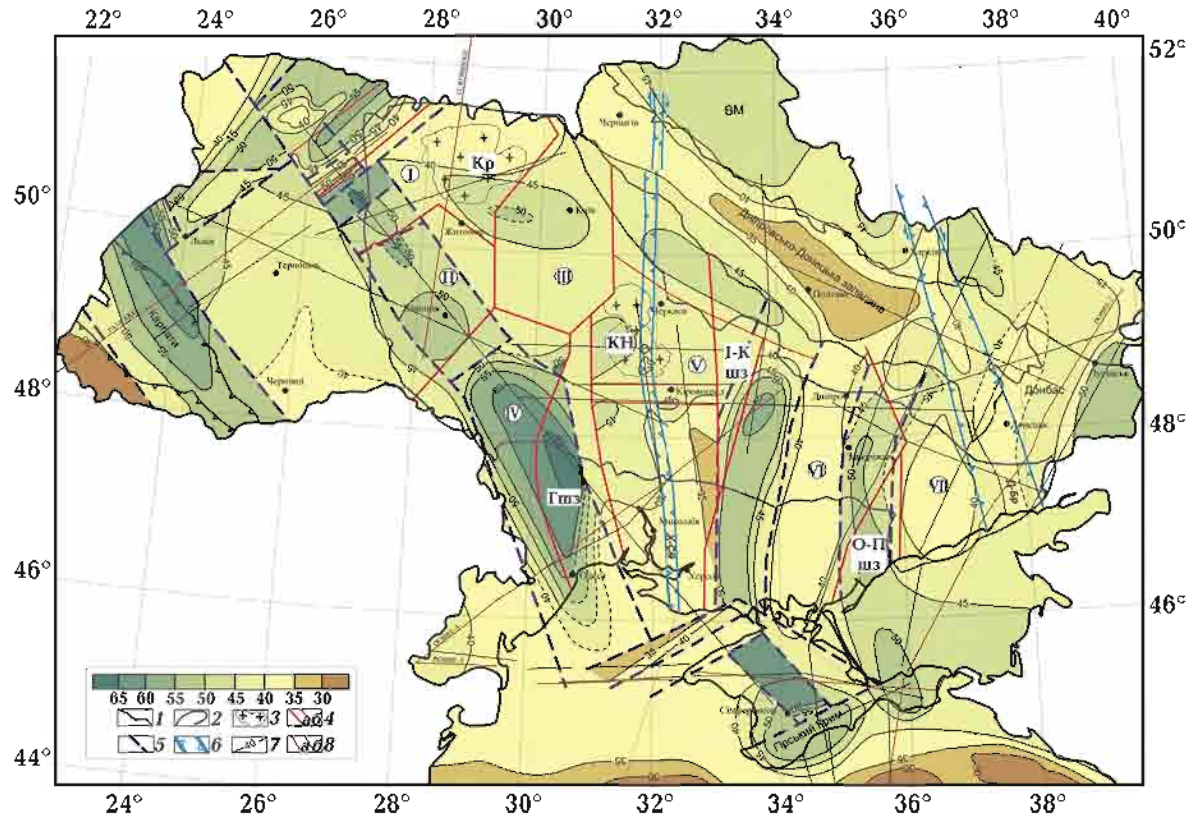
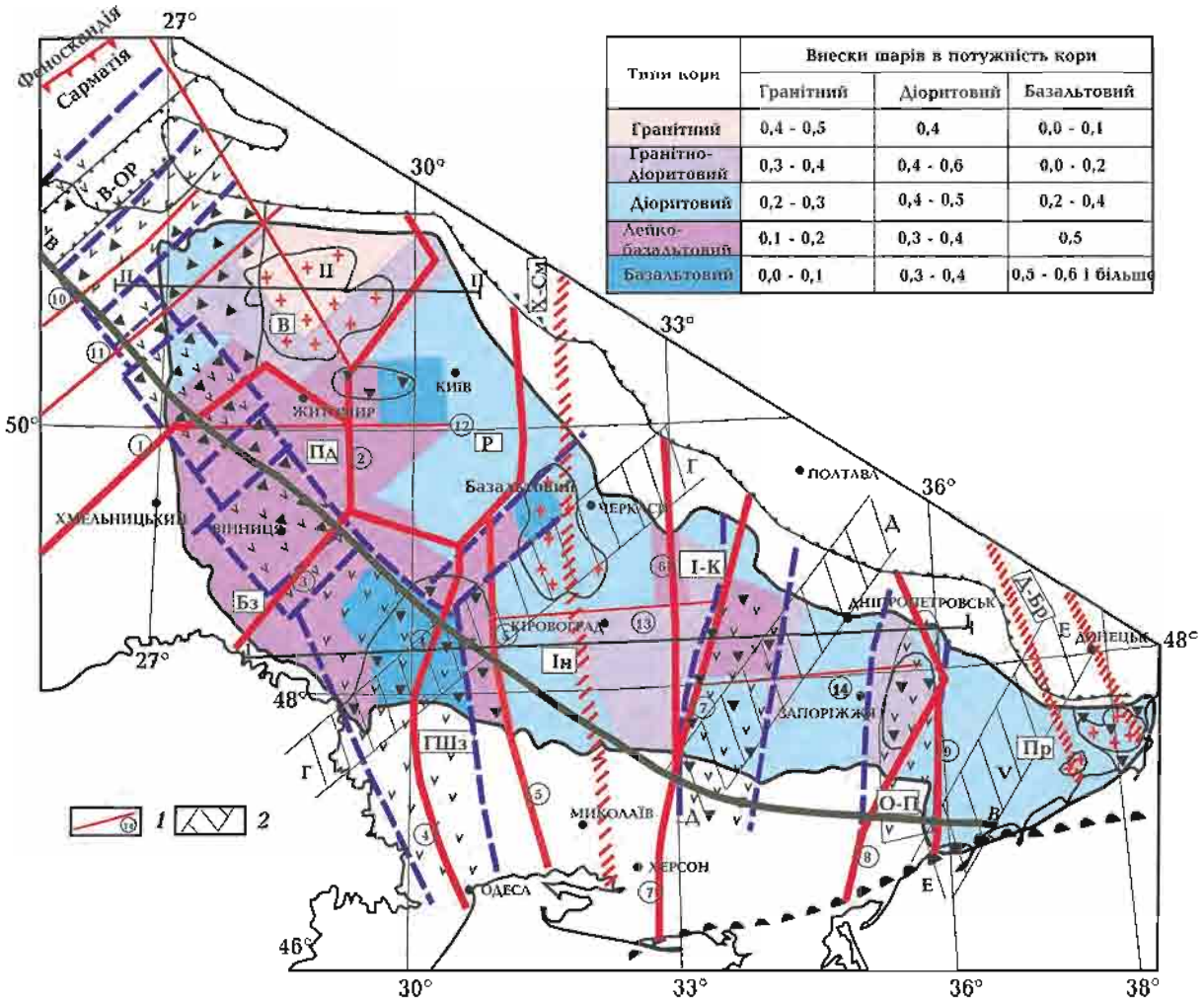


Рис. 13. Схема рельефу поділу Мохо, км, за [Кутас и др., 2018]: *1* — межа Дніпровсько-Донецької западини; *2* — межа УЩ; *3* — плутони габро-анортозит-рапаківі: Кр — Коростенський, К-Н — Корсунь-Новомиргородський; *4* — розломи міжмегаблокові (*а*) та інші (*б*); *5* — проекції на земну поверхню зон різкого зміщення поділу М; *6* — трансрегіональні тектонічні шви: Х-См — Херсон—Смоленськ; Д-Бр — Донецьк—Брянськ; *7* — глибина залягання поділу М, км (штриховою лінією показано передбачувані шви); *8* — сейсмічні профілі: міжнародні геотраверси (*а*) та ГСЗ (*б*). *Скорочення. Мегаблоки УЩ (цифри в кружках):* I — Волинський, II — Подільський, III — Росинський, IV — Бузький, V — Інгульський, VI — Середньопридніпровський, VII — Приазовський. *Шовні зони:* ГШЗ — Голованівська; І-КШЗ — Інгулецько-Криворізька; О-ПШЗ — Оріхіво-Павлоградська. ВМ — Воронезький кристалічний массив.



Типи кори	Внески шарів в потужність кори		
	Гранітний	Діоритовий	Базальтовий
Гранітний	0,4 - 0,5	0,4	0,0 - 0,1
Гранітно-діоритовий	0,3 - 0,4	0,4 - 0,6	0,0 - 0,2
Діоритовий	0,2 - 0,3	0,4 - 0,5	0,2 - 0,4
Лейко-базальтовий	0,1 - 0,2	0,3 - 0,4	0,5
Базальтовий	0,0 - 0,1	0,3 - 0,4	0,5 - 0,6 і більше

Рис. 14. Прогнозний склад земної кори Українського щита за комплексом геофізичних і петрологічних даних. Автори: П. Я. Купрієнко, І. Б. Макаренко, І. К. Пашкевич [Створення..., 2006]: *1* — осьові лінії зон розломів; *2* — трансрегіональні лінеаменти В, Г, Д, Е.

як сусідні мегаблоки на півночі і північному сході — до «гранітно-діоритового» і «діоритового». Звісно, ці поняття умовні, але вони відображають узагальнену основність земної кори мегаблоків, що не можна не враховувати.

2. Поділ Дністровсько-Бузького мегаблока на Подільський і Бузький та їх межі. На багатьох тектонічних картах, навіть на останній Тектонічній карті України [Тектонічна..., 2007], Подільський, Бузький мегаблоки і ГШЗ об'єднано у єдиний Дністерсько-Бузький мегаблок, що пояснюється, як указано вище, однаковою формаційною приналежністю, в тому числі до гранулітової фації метамофізму порід. Проте чи слід, з геофізичних позицій, об'єднувати ці структури в єдиний мегаблок такої чудернацької форми?

За магнітними і гравітаційними даними відповідь на це питання є практично однозначною. Так, і Тальнівська, і Немирівська зони розломів добре вивчені геологічно й геофізично. Це зони завширшки 10—15 км, ділянки земної кори між якими, особливо на глибині, мають власні геофізичні характеристики (див. рис. 4, 7, 10, 11, 13). Кора Бузького мегаблока більш магнітна (див. рис. 3 і 7), більш базитового складу (рис. 14), ніж кора Подільського мегаблока.

Особливо слід звернути увагу на структуру геофізичних полів обох мегаблоків,

яка добре відображена на картах більшого масштабу, ніж показано на рисунках, і яка характеризує геологічну структуру мегаблоків. Хоча навіть на рис. 6, і особливо на рис. 7, бачимо, що будова верхніх шарів земної кори Бузького мегаблока різко відрізняється від будови кори Подільського значною подрібненістю на невеликі об'єкти. Це пов'язане з насиченістю кори Бузького мегаблока невеликими тілами ендербітів, кристалосланців, базитів, залізистих порід.

Металогенічно ці мегаблоки теж різняться: Бузький мегаблок перспективніший на золотоносність, рідкіснометалевість, графітоносність, алмазоносність, залізну руду [Павлюк та ін., 2008; Довгань та ін., 2009].

Південні обмеження обох мегаблоків установити важко, оскільки вони знаходяться за межами УЩ. Подільська зона розломів навряд чи їх обмежує, хоча існує думка, що це саме так [Єнтін, Шимків, 2004].

Північну межу Подільського мегаблока зазвичай геологи проводять [Тектонічна..., 2007] по Андрушівській зоні, але хто її вивчав? Геофізично вона простежена в межах Волино-Подільської плити і крайньої західної частини УЩ. Далі на схід її можна спостерігати біля с. Андрушівка, але це вже за межами Подільського мегаблока. Тектонофізичні дослідження в межах мегаблока цю зону розлому не виявили. Немає її і на Карті розломно-блокової тектоніки УЩ під редакцією Г. І. Каляєва [Карта разломно-блоковой..., 1984], і на Геологічній карті докембрійських утворень Українського щита [Геологическая..., 1984], хоча більшість відомих нині розломів на них показано.

До речі, польовими тектонофізичними дослідженнями в західній частині УЩ знайдено взагалі дуже мало розломів, які можна було б вважати архейськими внаслідок потужного протерозойського перероблення порід фундаменту.

На межі Волинського і Подільського мегаблоків чітко простежені Сарненсько-Варварівська і Тетерівська зони розломів, які значно точніше розділяють гранітоїди бердичівського і житомирського комплексів, дністровсько-бузької і тетерівської серій, ніж Андрушівська зона, наявність якої лише припускають. Тому вважаємо за доцільне використати саме геофізичні дані при тектонічних побудовах.

Для визначення північного обмеження Бузького мегаблока важливо вияснити, яку мегаструктуру складають граніти Уманського масиву. За магнітометричними даними, Дашівська зона розломів, якою геофізики обмежують Бузький мегаблок з півночі, трасується яскравим мінімумом $(\Delta T)_a$ (див. рис. 3, 4), на південь від якого максимум $(\Delta T)_a$ відповідає Уманському масиву і собітам Гайсинського блока. Північно-східне обмеження зони товстої кори (див. рис. 13) проходить поблизу Дашівської зони розломів. Зазначений максимум $(\Delta T)_a$ становив би єдине ціле з максимумом Середнього—Південного Побужжя, якби їх не розділяла широтна Гайворонська зона розломів, що є західним продовженням (зі зміщенням на південь) Суботсько-Мошоринської зони Інгульського мегаблока.

Більшість дослідників вважає, що масив уманських гранітів, насичений ксенолітами і смугами амфіболітів і біотит-амфіболових гнейсів, належить до Росинського мегаблока. Якщо ці амфіболіти і гнейси не є діафторитами порід гранулітової фації Побужжя, то тоді північну межу Бузького мегаблока потрібно перенести на південь від Уманського масиву, тобто проводити її вздовж Гайворонської та південно-східної частини Хмільницької зон розломів, як це зроблено на Схемі НСК України 2003 р. (див. рис. 1) і на Тектонічній карті України [Тектонічна..., 2007].

Однак необхідно доскіпливіше дослідити «статус» південної частини масиву уманських гранітів та її амфіболіт-гнейсової складової. Адже на геологічних картах [Державна..., 2004, 2011] гранітоїди уманського комплексу перемежовуються з породами гайсинського (собітами) і тетіївського комплексів, а меланосома мігматитів крім біотиту і амфіболу часто містить й ортопіроксен. Цікавою є думка в цьому відношенні І. Б. Щербакова [Щербаков, 2005, с. 163—165]. З одного боку, він вказує

на близькість хімічного складу і поступові переходи між собітами і уманськими гранітами, з іншого — на походження собітів з порід гранулітового комплексу Побужжя, з якими їх пов'язує однаковий склад ксенолітів і розподіл рідкісноземельних елементів (РЗЕ).

Тому в сучасній ситуації, ймовірно, виправданішим є проведення північної межі Бузького мегаблока вздовж Дашівської зони розломів.

3. Об'єднання Середнього Побужжя і Росинсько-Тікицького району в єдиний мегаблок. Історію питання про виділення Білоцерківсько-Одеської структурно-формаційної зони і, відповідно, Бузько-Росинського мегаблока докладно висвітлено у публікаціях [Кирилюк, 2007а; Костенко та ін., 2015; Костенко, 2016; Костенко, Шутенко, 2018]. У цілому таке районування бере початок з праці Я. М. Бєлєвцева і А. К. Прусса [Бєлєвцев, Прусс, 1962], які, спираючись на одержану в 1950—1960-ті роки карту аномального магнітного поля України і відомі та передбачувані прояви залізних руд по лінії м. Одеса—с. Фрунзівка—м. Ананьїв — с. Грушка—пгт Володарка—Калинівські магнітні аномалії, виділили Брусилівсько-Одеську структурну зону, яка перетинає УЩ у субмеридіональному напрямку субпаралельно Криворізько-Кременчуцькій зоні. Було припущено тектонічну та металогенічну подібність цих двох структурних зон.

Як з'ясувалося пізніше, для виділення Брусилівсько-Одеської структурної зони в інтерпретації Я. М. Бєлєвцева і А. К. Прусса не було достатнього підґрунтя. Одеські магнітні аномалії, Фрунзівські, Ананьївські залізорудні прояви, більшість залізорудних проявів Середнього Побужжя виявилися «притиснутими» до Тальнівської зони розломів та її зони впливу (як залізні руди Криворіжжя до Криворізько-Кременчуцької зони розломів).

Калинівські магнітні аномалії, встановлені біля м. Вінниця, пов'язані не із залізними рудами, а з горизонтально намагніченими кристалосланцями. І лише залізорудні прояви Володарської ділянки виявилися подібними до побузьких залізних руд, хоча вони розміщуються значно західніше. За сучасною термінологією, цю ділянку можна називати «терейном», тобто структурою з невідомою тектонічною прив'язкою.

Другий критерій щодо виділення Брусилівсько-Одеської структурної зони — відомі на той час площі поширення гнейсів так званої тетерівсько-бузької серії, яку автори об'єднали з криворізькою. Тим не менш на цей час існують окремо тетерівська і бузька серії різного віку: перша почала утворюватися наприкінці (2100±20 млн років тому) формування бузької та криворізької серій (2600—2000 млн років тому) [Щербаков, 2005; Щербак и др., 2008]. Крім того, тетерівська серія в межах Волинського і, частково, Подільського мегаблоків займає значно більшу територію на захід від Брусилівської зони розломів, ніж гадали Я. М. Бєлєвцев і А. К. Прусс.

Авторитет Я. М. Бєлєвцева і А. К. Прусса відчувається й досі, хоча геофізика з того часу пішла далеко уперед і магнітні та гравітаційні карти України, а також матеріали ГСЗ, наведені вище, дають інше уявлення про структуру земної кори, насамперед західної частини УЩ. Також геологічні дані [Бондарчук, 1959; Критерии..., 1975; Щербак и др., 2005; Щербаков, 2005; Тектонічна..., 2007] завжди спонукали тектоністів до необхідності виділити всю південно-західну побузьку частину УЩ в окремий район розвитку гранулітових комплексів субширотного і північно-західного простягання, а не об'єднувати з Росинсько-Тікицьким районом.

Повернемось до розгляду геофізичних даних. На картах і регіональної (див. рис. 4), і короткохвильової (див. рис. 7) компонент магнітного поля побузька частина району досліджень різко відрізняється від росинсько-тікицької частини за інтенсивністю та орієнтацією аномалій і чітко відділена від неї Дашівською зоною мінімуму $(\Delta T)_a$. Виділення та аналіз Хмельницько-Одеського кратону взагалі ставить крапку на можливості об'єднання Бузького мегаблока і ГШЗ з Росинським мегаблоком за магнітними і геологічними даними.

На карті аномалій Буге (див. рис. 11) добре виділяється підвищеними аномаліями, так звана гранулітова дуга, що об'єднує ГШЗ і гранулітовий пояс цих регіонів. Вона відділена від решти так званої Білоцерківсько-Одеської структурно-формаційної зони (північної частини) ділянкою градієнтів і мінімумів гравітаційного поля і гравітаційно, як і магнітно, ніяк не пов'язана з Умансько-Білоцерківською ділянкою. Аналогічний висновок можна зробити за картою повного горизонтального градієнта поля сили тяжіння (див. рис. 12), схемою рельєфу поділу Мохо (див. рис. 13) і схемою типів кори УЩ (див. рис. 14).

Таким чином, за геофізичними і геологічними даними не можна об'єднувати Середнє і Південне Побужжя в єдиний мегаблок (Бузько-Росинський) з Росинсько-Тікицьким регіоном. Прибічники такого об'єднання [Костенко та ін., 2015; Костенко, 2016; Костенко, Шутенко, 2018] ґрунтуються на тому, що під амфіболіто-гнейсовими комплексами Росинсько-Тікицького регіону залягають гранулітові комплекси, які на Побужжі виходять на поверхню. Однак це лише погляд, а не доказ. Якщо виходити з поглядів, а не з конкретних незаперечних даних, то можна висунути альтернативу: оскільки перебудова земної кори відбувається за рахунок плюмових та інших процесів, що несуть тепло і флюїди з мантії, може виявитися, що розріз кори УЩ зовсім не такий, яким він уявляється з точки зору лише регіонального метаморфізму.

Отже, потрібно виходити з доказів.

4. Положення межі між Бузьким (Дністровсько-Бузьким) та Інгульським мегаблоками. Щоб відповісти на це питання, потрібно спочатку з'ясувати, виділяти шовні зони на схемі мегаблокової структури УЩ як самостійні структури або включити їх до складу мегаблоків. Тут у геофізиків немає одностайності. На прикладі ГШЗ розглянемо це питання детальніше.

1. Поверхневий розріз ГШЗ представлений породами, повністю подібними до порід Бузького мегаблока: комплекс чарнокітів-ендербітів та лейкогранулітів складає загальний фон; дністровсько-бузька серія гнейсів і кристалосланців поширена так само широко, як і в Бузькому мегаблоці; кошаро-олександрівська і хощувато-завалліська світи бузької серії відомі і в межах ГШЗ, і в східній частині Бузького мегаблока; масиви базитів однакового складу є також у обох структурах.

2. Побузькі комплекси відділені від кіровоградських гранітів Інгульського мегаблока Первомайською зоною розломів [Гинтов и др., 2016, карта ГШЗ]. Вік зони, за даними [Гинтов, 2014] (інших даних немає), 2,45 млрд років. Можна вважати, що на цей період Голованівський і Інгульський мегаблоки були розділені Первомайською зоною розломів. Іншими словами, до цього етапу кора ГШЗ була ще невід'ємною частиною Бузького мегаблока.

3. Приблизно 3,0 млрд років тому [Щербак и др., 2008] на східному краю Бузького мегаблока, але західніше Первомайської зони розломів на відстані 10—15 км і субпаралельно до неї відбувалась інтрузія базит-гіпербазитів, яка витягнута лінійно на 70 км уздовж уступу поділу Мохо амплітудою близько 10 км. Немає сумнівів, що цей уступ відповідає мантійному розлому такого самого віку, по якому й відбулась інтрузія. Утворення уступу поділу Мохо якимось чином вплинуло й на верхні горизонти кори, проте без принципових змін у їх будові: побузькі комплекси однакового складу спостерігаються по обидва боки від уступу. Разом з тим наявність мантійного каналу і основний—ультраосновний магматизм зумовили загальне підвищення основності кори і виникнення інтенсивного гравітаційного максимуму в межах майбутньої шовної зони.

Виникнення уступу поділу Мохо і інтрузії гіпербазитів ~3,0 млрд років тому можна вважати першою ознакою початку утворення ГШЗ. Однак більш як 700 млн років ГШЗ ще залишалася частиною Бузького мегаблока.

4. Близько 2,3 млрд років тому [Гинтов, 2014] (інших даних немає) УЩ перетнули дві найвідоміші зони розломів — Тальнівська і Криворізько-Кременчуцька. На

них майже не вплинула попередня структура щита, і вони перетнули архейсько-ранньопротерозойські мегаблоки — Росинський, Побузький, Середньопридніпровський. Разом з тим обидві зони пройшли по краях мегаблоків, чим сприяли утворенню шовних зон. На карті аномалій Буге (див. рис. 11) Тальнівська зона вузькою Z-подібною смугою великих градієнтів поля $G_{2,3}$ витягнута від м. Одеса до с. Трахтемирів на Дніпрі і північніше (більш як на 600 км). Через це в деяких публікаціях її іменують Одесько-Ядлівською, або Одесько-Трахтемирівською, хоча в межах власне УЩ її назвали Тальнівською. Вона чітко відділяє ГШЗ від західної частини гранулітової дуги і Росинський мегаблок від Інгульського. Питання, чому Тальнівська зона розломів перетнула Бузький мегаблок поряд (близько 20 км західніше) з уступом поділу Мохо, ще потребує дослідження. Можливо, їх пов'язують глибинні процеси, розглянуті у статті [Гинтов, Пашкевич, 2010].

5. Немає сумнівів, що виникнення обидвох паралельних розломних зон — Криворізько-Кременчуцької і Тальнівської (див. рис. 10), зумовлене великомасштабними правозсувними горизонтальними рухами літосфери, які активізували горизонтальні рухи й у сусідніх зонах — Первомайській, Західноінгулецькій та ін. Ці правозсувні горизонтальні (або субгоризонтальні) рухи привели до деформації і навіть переорієнтації породних комплексів, розташованих між сусідними зонами розломів, зокрема між Тальнівською і Первомайською. Основний структурний рисунок ГШЗ, який спостерігаємо нині [Гинтов и др., 2016], сформувався саме ~2,3 млрд років тому. Після цього потужні активізаційні процеси продовжувалися ще близько 0,5 млрд років, але це вже були, головним чином, процеси діафторезу, гранітизації, метасоматозу, рудогенезу, вертикальні рухи.

6. Утворення специфічної Інгуло-Інгулецької (колиш. Кіровоградської [Нечаєв та ін., 2005]) металогенічної області після ~2,0 млрд років тому охопило всю територію УЩ між Криворізько-Кременчуцькою і Тальнівською зонами розломів. Унаслідок цього ГШЗ стала металогенічно подібною більш до Інгульського мегаблока, ніж до Бузького. Крім залізних руд, про які вже говорилось, тут наявні родовища і рудопрояви золота, рідкісних металів і рідкісноземельних елементів, калій-уранові руди та ін.

7. Сучасна мегаблокова структура західної частини УЩ не могла сформуватися раніше, ніж відбулася колізія Сарматії і Фенноскандії (2,0—1,8 млрд років тому) і припинилась остання великомасштабна інтрузивна діяльність (утворення Коростенського і Корсунь-Новомиргородського плутонів габро-анортозитів і рапаківі 1,8—1,7 млрд років тому).

Якщо розглядати період розвитку УЩ наприкінці цього періоду і після нього, то, порівнявши будову Тальнівської і Первомайської зон розломів, можна стверджувати, що перша з них є більш активною, яскравою і помітною. Вона взагалі з'явилася на всіх геологічних картах УЩ однією з перших, починаючи з карт В. І. Лучицького 1930-х років, і її виділяють завжди. На найвідоміших картах масштабу 1:200 000 [Геологическая карта…, 1990; Державна…, 2004] Тальнівську зону зображують як глибинний розлом 1-го порядку суцільною лінією, тоді як Первомайську — як регіональний розлом, більшу частину якого показано штриховою лінією (тобто передбачуваного). Це пов'язане з тим, що Первомайська зона припинила свою активність і залікована та не завжди помітна.

8. Виходячи з наведених даних вважаємо, що межу між Бузьким та Інгульським мегаблоками у *сучасній* структурі УЩ слід проводити по Тальнівській зоні розломів. Голованівську шовну зону, яка сформувалася ще до утворення сучасної мегаблокової структури і далі зазнавала мінерагенічних перетворень разом з Інгульським мегаблоком, потрібно включити до його складу.

Саме так вважали Є. Б. Глевасський і А. М. Глевасська у 2002 р. [Glevassky, Glevasska, 2002] (рис. 15), але до цього не прислухались, тому що автори виходили з немодних тоді плитотектонічних міркувань.

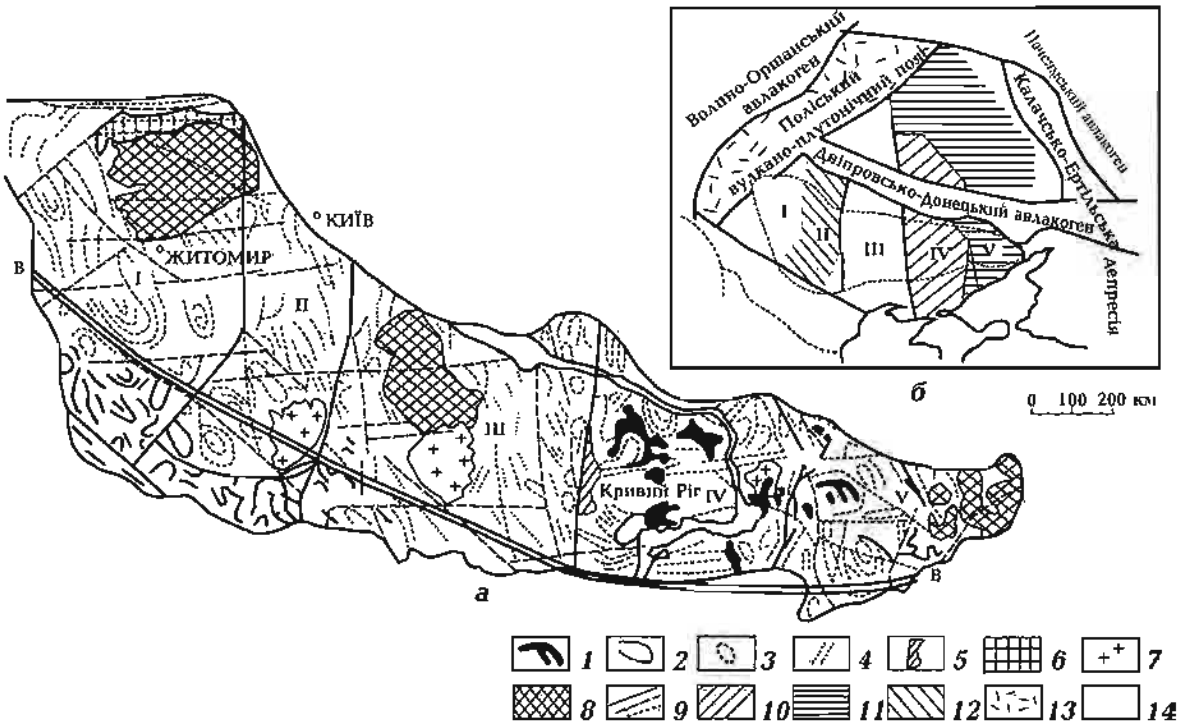


Рис. 15. Тектонічна схема Украинського щита (*а*) і південно-західного сегмента Східноєвропейської платформи (*б*), за [Glevassky, Glevasska, 2002]. *Мегаблоки (римські цифри на схемах)*: I — Волино-Подільський, II — Белоцерківсько-Середньобузький, III — Інгульський, IV — Середньопридніпровський, V — Приазовський; *шовні зони (цифри в кружках)*: 1 — Немирівсько-Кочерівська, 2 — Голованівсько-Ядлів-Трахтемирівська, 3 — Західноінгулецько-Криворізька, 4 — Оріхіво-Павлоградська; В—В — лінеамент, за В. Б. Соллогубом, А. В. Чекуновим [Схема глубинного..., 1992].

Ми доводимо це на підставі геофізичних і тектонічних даних.

5. Взаємозв'язок мегаблоків і структурно-формаційних комплексів УЩ. На рис. 16 показано карту поширення СФК УЩ, складену найбільшим авторитетом у цьому питанні В. П. Кирилюком [Кирилюк, 2007]. Площі поширення СФК західної і центральної частин щита ніяким чином не корелюють із сучасними мегаблоками, показаними на рис. 2.

Всі геофізичні карти (передусім гравіметричні й магнітні) вказують на те, що основні зони розломів є деякою мірою січними до СФК УЩ (див. рис. 3—7, 11, 13). Це стосується Криворізько-Кременчуцької, Тальнівської, Немирівської, Звіздаль-Заліської та інших зон.

Подібне явище не лише властиве земній корі УЩ, а й відображає загальну закономірність формування shear zone літосфери: молодіші зсувні зони утворюються як прямолінійні лінеаменти, що перетинають давніші зони розломів і гірські масиви, не змінюючи свого напрямку. Яскравим прикладом є розломи Сан-Андреас, Грейт-Глен, Акаба-Мертве море, розломна система Загрос і багато інших у різних кінцях світу. Прямолінійність таких зон може порушуватися лише через перетин їх молодшими зсувними розломами. Єдиним поки що поясненням цього явища є великомасштабні глибинні механізми перетікання мантійної речовини — конвективні, адвентивні, плюмові. Верхня частина земної кори для таких механізмів не є настільки потужною, щоб корегувати напрямок руху блоків літосфери і їх межі.

Тому намагання якось пристосувати зони розломів УЩ до контурів СФК або навпаки є помилковим. Зона розломів може проходити поряд з лінією обмеження СФК,

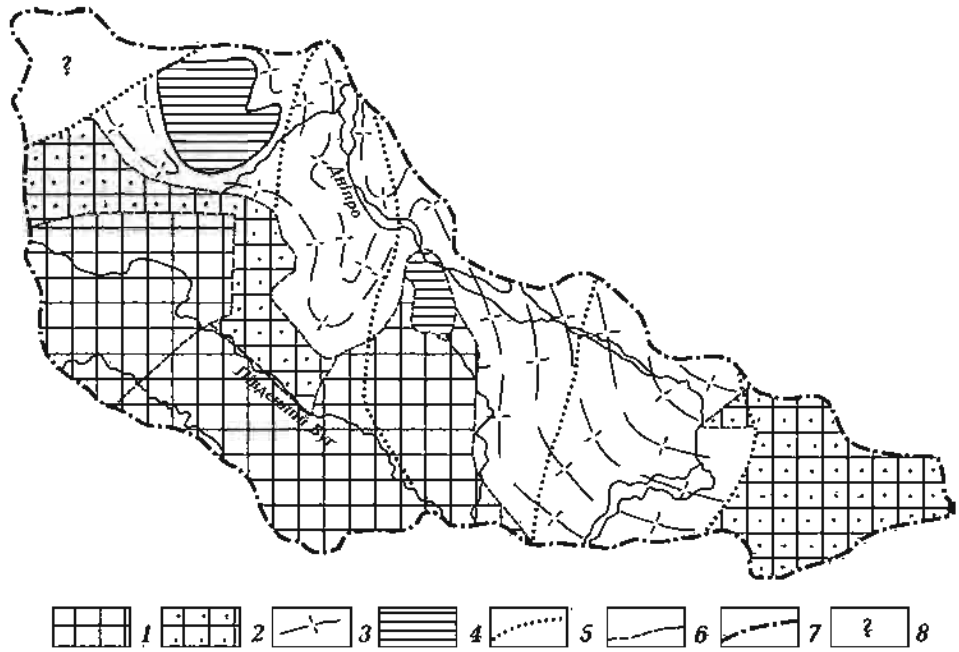


Рис. 16. Сучасне поширення у дозеленокам'яному фундаменті Українського щита високотемпературних метаморфічних та ізофаціальних ультраметаморфічних комплексів (за В. П. Кирилюком [Кирилюк, 2007]). *Комплекси*: *1* — грануліто-гнейсові, *2* — діафторовані грануліто-гнейсові, *3* — амфіболіто-гнейсові; *4* — анортозит-рапаківі-гранітові масиви; *межі*: *5* — сучасних мегаблоків, *6* — комплексів, *7* — Українського щита; *8* — ділянка щита з відсутньою інформацією.

але не збігатися з нею, наприклад, з Тальнівською зоною, яка перерізає і побузький, і росинсько-тікицький СФК. Чи не тому на деяких тектонічних картах цю зону показано у перекрученому («під ідею») вигляді? У статті [Костенко та ін., 2015] її південну частину розглянуто як другорядну Одеську, а у публікації [Тектонічна…, 2007] вона не доходить з півдня навіть до м. Тальне, хоча й має назву Тальнівської. В останньому випадку це зроблено для того, щоб Тальнівська зона не перетинала росинсько-тікицький СФК, хоча насправді вона його перетинає.

Чому ж постійно виникають суперечки між тектоністами України щодо мегаблокової будови УЩ? З нашої точки зору, це пов'язано з відсутністю чіткої домовленості: якого віку мегаблокову структуру УЩ потрібно відображати на тектонічних картах.

У центральній і західній частинах щита відома лише протерозойська система мегаблоків. Всі міжмегаблокові зони розломів, а також більшість внутрішньомегаблокових порушують і деформують ранньопротерозойські або такі, що сформувалися в археї, але активізувалися у протерозої. Положення архейських розломів здебільшого не відоме. Зони розломів, які умовно вважають неоархейськими, — Летичівська та Ободівська [Гинтов, 2014], не забезпечені достатньою кількістю доказів. Немає також доказів, що протерозойські міжмегаблокові зони розломів наслідували архейські, з огляду на викладене вище.

Тому наша позиція полягає у тому, що мегаблокову структуру УЩ потрібно будувати лише на встановлених фактах, а не на гіпотезах і традиціях. Усі мегаблоки центральної і західної частин щита — від Інгульського до Волинського і Волино-Поліського поясу — сформувалися у протерозої, хоча й складені СФК як протерозойського, так і архейського віку. Середньопридніпровський мегаблок і західна частина Приазовського мегаблока мають неоархейське закладання, тому що в розломах Оріхіво-Павлоградської шовної зо-

ни, наскільки відомо, поширені лише архейські комплекси.

І все-таки в останній час висунуто концепцію побудови мегаблокової структури УЩ, в якій поєднано два «основні принципи: структурно-стратиграфічний (структурно-формаційний) і власне тектонічний — розломний (розломно-блоковий), або, коротко кажучи, принцип структурних поверхів, який ґрунтується на визначенні комбінації поверхів у мегаблоках і характеру їх співвідношення на сучасній ерозійній поверхні. Це випливає із самого визначення мегаблоків як тектонічних елементів, що суттєво відрізняються своєю геологічною будовою (стратиграфією, тектонікою, магматизмом) і металогенією від сусідніх структур та обмежені розломами» [Костенко та ін., 2015; Костенко, 2016].

До авторів цієї концепції виникають такі запитання: а) з урахуванням відомих площ поширення СФК західної і центральної частин УЩ (див. рис. 16) чи існують зони розломів, що їх обмежують: намалювати їх там, «де потрібно», або змінити контури СФК?; б) як поєднати в одному понятті «мегаблок» обмеження його розломами і «суттєву різницю» в його геологічній будові із сусідніми: а якщо поверхнева геологічна будова однакова, але глибинні характеристики різняться (на це можуть відповісти тільки геофізики)?; в) «принцип структурних поверхів» — це гіпотеза чи встановлений факт?

До речі, всі складові концепції, що обговорюється, було порушено при виділенні Бузько-Росинського мегаблока [Костенко, 2016]: і суттєва різниця в геологічній будові Бузького та Росинського мегаблоків, і вільний, без узгодження з геофізикою, вибір обмежувальних зон розломів, і значна різниця в металогенії цих мегаблоків [Нечаєв та ін., 2005].

Може виникнути й таке питання: якщо сучасна мегаблокова структура УЩ не узгоджується з площами поширення СФК, то навіщо вона взагалі потрібна? Відповідь однозначна: потрібна, тому що це важливо насамперед для організації геологознімальних і пошуково-розвідувальних робіт. Більшість корінних родовищ і рудопроявів корисних копалин щита сформувались не раніше 2,0 млрд років тому [Нечаєв та ін., 2005], особливо в середньому і пізньому протерозої, і не менш як три чверті з них тяжіють до відомих зон розломів [Старостенко та ін., 2016]. Сучасні мегаблоки також відрізняються один від одного своєю металогенією. До того ж без знання сучасної мегаблокової структури неможливі дослідження геодинамічного розвитку УЩ.

Висновки.

1. В умовах УЩ жодна зона розломів, а відповідно, і блокова структура докембрійського фундаменту, не може бути виділена і закартована без геофізики. Тому геофізиків-тектоністів обов'язково треба залучати до побудови структурних карт, і в питаннях розломно-блокової тектоніки їх слово має бути вирішальним.

2. Намагання деяких дослідників об'єднати розломно-мегаблокову будову і площі поширення СФК УЩ в єдину «формаційно-розломно-мегаблокову» структуру неможливе. СФК західної і центральної частин УЩ формувалися в археї—ранньому протерозої, і якими розломами вони обмежувались (і чи обмежувались), нині не відомо. Протерозойські зони розломів накладалися і перетинали їх.

3. З огляду на геофізичні дані чинну на цей час Схему тектонічного районування УЩ необхідно відредагувати, а саме врахувати найпринциповіші зміни:

- Дністровсько-Бузький мегаблок розділити на Подільський і Бузький Немирівською зоною розломів;
- північну межу Подільського мегаблока проводити по Тетерівській та Сарненсько-Варварівській зонах розломів;
- межу між Росинсько-Тікицьким, Волинським і Подільським мегаблоками проводити по Звіздаль-Заліській зоні розломів;
- західну межу Інгульського мегаблока проводити по Тальнівській зоні розломів;
- положення зон розломів має відповідати Схемі мегаблоків і зон розломів Українського щита (див. рис. 2);

– шовні зони — Голованівську, Інгулецько-Криворізьку, Оріхіво-Павлоградську виділяти особливим знаком, але включати до складу мегаблоків — Інгульського (першу й другу) та Приазовського.

4. Гіпотетичні, недоведені та умоглядні концепції (наприклад, принцип структурних поверхів, передбачуваність Брусилівської шовної зони та ін.) не мають бути враховані при побудові офіційних тектонічних схем і карт.

Список літератури

Бєлєвцев Я. М., Прусс А. К. Основні етапи геологічного розвитку Українського щита. *Геолог. журн.* 1962. Т. 22. Вип. 5. С. 3—27.

Бондарчук В. Г. Геологія України. Київ: Вид-во АН УРСР, 1959. 832 с.

Геологическая карта докембрийских образований Украинского щита масштаба 1:1000 000. Под ред. Н. П. Щербака. Киев: Мингео УССР, 1984.

Геологическая карта кристаллического основания масштаба 1:200 000. Лист M-36-XXXI (Первомайск). Киев: Фонд ГП «Украинская геологическая компания», 1990.

Гинтов О. Б. Зоны разломов Украинского щита. Влияние процессов разломообразования на формирование структуры земной коры. *Геофиз. журн.* 2004. Т. 26. № 3. С. 3—24.

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. 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. 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., Пашкевич И. К. Тектонофизический анализ и геодинамическая интерпретация трехмерной геофизической модели Украинского щита. *Геофиз. журн.* 2010. Т. 32. № 2. С. 3—27. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v32i2.2010.117553.

Глевасский Е. Б., Каляев Г. И. Докембрий и тектоника плит (проблема плитотектонических реконструкций юго-западного сегмента Восточно-Европейской платформы). В кн.: *Геологія і стратиграфія докембрію Українського щита: Тези доп. Всеукр. між-від. наради.* Київ, 1998. С. 38—40.

Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Геологічна карта і карта корисних копалин кристалічного фундаменту. Центрально-українська серія. Лист M-36-XXXI (Первомайськ). Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна Геологічна служба, 2004.

Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Геологічна карта і карта корисних копалин кристалічного фундаменту. Центрально-українська серія. Лист M-35-XXXVI (Гайворон). Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна Геологічна служба, 2011.

Довгань Р. М., Єнтін В. А., Павлюк В. М. Хмельницько-Одеський ортократон, як головна літосферна мегаструктура окраїни Східноєвропейської платформи та його пошукова привабливість на алмази. *Мінеральні ресурси України.* 2009. № 1. С. 6—10.

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.

Єнтін В. А. Геофізичні критерії та проблеми структурно-тектонічного районування кристалічного фундаменту Українського щита у зв'язку з реаліями їх втілення на тектоніч-

ній карті України масштабу 1:1000 000. *Мінеральні ресурси України*. 2008. № 3. С. 9—12.

Єнтін В. А., Шимків Л. М. Щодо геофізичної обґрунтованості мегаблокового принципу районування для стратиграфічної кореляції докембрійських утворень Українського щита. *Мінеральні ресурси України*. 2004. № 1. С. 12—13.

Єнтін В. А., Шимків Л. М., Нечаєва Т. С., Дзюба Б. М., Гінтов О. Б., Пашкевич І. К., Красовський С. С. Підготовка геофізичної основи тектонічної карти України масштабу 1:1000 000. Київ: Геоінформ України, 2002. 55 с.

Карта разломно-блоковой тектоники Украинского щита масштаба 1:1000 000. Под ред. Г. И. Каляева. Киев: Мингео УССР, 1984.

Кирилюк В. П. Геологічне та геотектонічне районування фундаменту Українського щита (історія і стан проблеми). *Вісник Львів. ун-ту. Сер. геолог*. 2007а. Вип. 21. С. 45—63.

Кирилюк В. П. Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000. Ч. ІІ. Тектоніка фундаменту Українського щита. Масштаб 1:2 000 000. Пояснювальна записка. Київ: УкрДГРІ, 2007б. 78 с.

Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита. Пояснювальна записка. Київ: Вид. УкрДГРІ НСК України, 2004. 30 с.

Костенко М. М. Геотектонічне районування Українського щита як єдина основа тектонічних, стратиграфічних та інших побудов. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2016. № 3. С. 144—163.

Костенко М. М., Аврамець В. М., Шутенко Л. М., Іванов А. І., Кобець Ф. В. Тектоніка докембрійського кристалічного фундаменту білоцерківсько-одеської структурно-формаційної зони. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2015. № 4. С. 116—132.

Костенко М. М., Шутенко Л. М. Проблемні питання геотектонічного районування фундаменту Українського щита та шляхи їхнього вирішення. *Мінеральні ресурси України*. 2018. № 2. С. 21—29.

Критерии прогнозирования месторождения Украинского щита и его обрамления. Под ред. Н. П. Семененко. Киев: Наук. думка, 1975. 560 с.

Кутас Р. И., Орлюк М. И., Пашкевич И. К., Бурахович Т. К., Макаренко И. Б., Бугаенко И. В. Общие сведения. В кн.: *Очерки геодинамики Украины*. Киев: Изд-во Ви-Ен-Ей, 2018. С. 17—23.

Нечаєв С. В., Войновський А. С., Ісаков Л. В., Аніщенко Т. М., Шукшина Л. В., Чурубов С. С., Парфенова А. Я. Звіт про науково-дослідну роботу «Складання прогнозно-металогенічної карти рідкіснометалевого зруденіння Українського щита масштабу 1:500 000». Київ: Вид. УкрДГРІ, 2005. 316 с.

Орлюк М. И. Методика и первые результаты построения четырехмерной магнитной модели земной коры Украины. *Доп. НАН України*. 1996. № 5. С. 95—99.

Орлюк М. И. Пространственные и пространственно-временные магнитные модели разноранговых структур литосферы континентального типа. *Геофиз. журн*. 2000. Т. 22. № 6. С. 148—165.

Орлюк М. И., Пашкевич И. К., Бурахович Т. К., Куприенко П. Я., Макаренко И. Б., Цветкова Т. А. Украинский щит. В кн.: *Очерки геодинамики Украины*. Киев: Изд-во Ви-Ен-Ей, 2018. С. 24—35.

Павлюк В. М., Бобров О. Б., Висоцький Б. Л., Довгань Р. М., Жовинський Е. Я., Костенко М. М., Ликов Л. І., Цимбал С. М. Звіт за темою «Геологія, петрологія, геохімія, вік та рудоносність мафіт-ультрамафітових асоціацій західної частини УЩ». Кн. 1-6. Киев: Фонд ГП «Украинская геологическая компания», 2008. 683 с.

Соллогуб В. Б. Литосфера Украины. Киев: Наук. думка, 1986. 183 с.

Старостенко В. И., Гинтов О. Б., Кутас Р. И. Геодинамическое развитие литосферы Украины и его роль в формировании и размещении месторождений полезных ископаемых. *Геофиз. журн*. 2011. Т. 33. № 3. С. 3—22. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v33i3.2011.116919.

Старостенко В. І., Гінтов О. Б., Кутас Р. І. Геофізичні дослідження для підвищення ефективності пошуку корисних копалин в Україні. *Вісник НАН України*. 2016. № 3. С. 1—9. https://doi.doi.org/10.15407/visn2016.03.054.

Створення комплексної тривимірної геофізичної моделі літосфери в зв'язку з магматиз-

мом, тектонікою та утворенням корисних копалин Українського щита. Звіт ІГФ НАН України. Київ: Укргеолфонд, 2006. 514 с.

Тектонічна карта України. Масштаб 1:1000 000. Ч. І. Пояснювальна записка. Київ: Вид. УкрДГРІ, 2007. 97 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., Шумлянский Л. В. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. Киев: Наук. думка, 2008. 239 с.

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.

Glevassky E. B., Glevasska A. M. The Ukrainian Shield: Precambrian Regional Structure and Paleogeodynamics. *Мінерал. журн.* 2002. Т. 24. № 4. С. 47—57.

The structure of the Western and Central parts of the Ukrainian schield. Controversial issues

O. B. Gintov, M. I. Orlyuk, V. A. Entin, I. K. Pashkevich, S. V. Mychak, M. I. Bakarzhieva, L. M. Shimkiv, A. V. Marchenko, 2018

Some controversial issues of composing the Scheme of the fault megablock tectonics of the western half of the Ukrainian shield in connection with the decision of the Interdepartmental Tectonic Committee of Ukraine on drawing up the Tectonic map of the Ukrainian shield at a scale of 1:500 000 have been considered. Geophysical data must be more fully taken into account and used in detail and objectively reflecting both the surface and the deep structure of the Earth's crust of the shield while drawing up such a Scheme. The latest maps of anomalous magnetic and gravitational fields, a map of the topography of the Moho surface and other materials are given, the analysis of which gives grounds for a number of conclusions on specific structures of the western and central parts of the region. It has been established that the formation of a typical megablock structure of the Ukrainian shield began not earlier than in the Neoarchean. It is difficult unambiguously to establish and trace the investigated Archean fault zones in the part of the shield at the present time, and sometimes practically it is almost impossible, since the Early Proterozoic processes of regional granitization and dynamometamorphism radically changed the composition and structure of the earth's crust. Geophysical data, supported by geological and tectonophysical observations, clearly record the Proterozoic fault zones, which began to form after 2.5 billion years ago. They cross and deform both the Archean and the Early Proterozoic granitoid complexes, accompanied by intensive diffusion, metasomatism and ore formation. It is proved that the Archean-Early Proterozoic structural-formation complexes (SFC), mapped within the shield, cannot and should not be artificially linked with the Proterozoic fault-megablock structure, which was formed at the end of the Early Proterozoic and superimposed on the SFC. It seems like the dubious and outdated thesis about the subhorizontal-floor structure of the Early Precambrian crust of the Ukrainian shield, according to which the structural floors of the crust are formed one above another by stratometamorphic complexes characterized by a directly proportional relationship of age and the degree of regional metamorphism of the rocks. This concept does not take into account the significant role of horizontal motions of lithospheric blocks, which cause the redistribution and localization of PT conditions in the earth's crust.

Key words: Ukrainian shield, tectonics, structure, faults, megablocks, structural-formational complexes, diaftoresis.

References

Belevtsev, Ya. M., Pruss, A. K. (1962). The main stages of the geological development of the Ukrainian shield. *Geologicheskiy zhurnal, 22*(5), 3—27 (in Russian).

Bondarchuk, V. G. (1959). *Geology of Ukraine*. Kiev: Edited by the Academy of Sciences of the UkrSSR (in Russian).

Shcherbak, N. P. (Ed.). (1984). *Geological map of the Precambrian formations of the Ukrainian shield at the scale of 1:1000 000.* Kiev: Ministry of Geology of the Ukrainian SSR (in Russian).

Geological map of crystal base of scale 1:200 000. (1990). Sheet M-36-XXXI (Pervomaysk). Kiev: The State Enterprise «Ukrainian Geological Company» (in Russian).

Gintov, O. B. (2004). Zones of faults of the Ukrainian shield. Influence of the processes of faulting on the formation of the structure of the earth's crust. *Geofizicheskiy zhurnal, 26*(3), 3—24 (in Russian).

Gintov, O. B., Entin, V. A., Mychak, S. V., Pavlyuk, V. N., & Zyultsle, V. V. (2016). Structural- petrophysical and tectonophysical base of geological map of crystalline basement of the central part of 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. (2005). *Field tectonophysics and its application in the study of deformations of the earth's crust of Ukraine*. Kiev: Feniks (in Russian).

Gintov, O. B. (2015). Problems of geodynamics of the Ukrainian shield in Precambrian. *Geofizicheskiy zhurnal, 37*(5), 3—22. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i5.2015.111142 (in Russian).

Gintov, O. B. (2014). Scheme of periodization of faulting stages in the Earth's crust of the Ukrainian Shield — new data and consequences. *Geofizicheskiy zhurnal, 36*(1), 3—18. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v36i1.2014.116145 (in Russian)Gintov, O. B., Pashkevich, I. K. (2010). Tectonophysical analysis and geodynamic interpretation of the three-dimensional geophysical model of the Ukrainian Shield. *Geofizicheskiy zhurnal, 32*(2), 3—27. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v32i2.2010.117553 (in Russian).

Glevassky, E. B., & Kalyaev, G. I. (19980. Precambrian and plate tectonics (the problem of plate tectonic reconstructions of the south-western segment of the East European platform). In *Geology and Precambrian Stratigraphy of the Ukrainian Shield: Abstracts of the All-Ukrainian Inter-Agency Meeting* (pp. 38—40). Kiev (in Russian).

State geological map of Ukraine. (2004). Scale 1:200 000. Geological map and map of minerals of the crystalline basement. Central-Ukrainian series. Sheet M-36-XXXI (Pervomaysk). Kyev: Ministry of ecology of natural resources of Ukraine, State Geological service (in Ukrainian).

State geological map of Ukraine. (2011). Scale 1:200 000. Geological map and map of minerals of the crystalline basement. Central-Ukrainian series. Sheet M-35-XXXVI (Gaivoron). Kyiv: Ministry of ecology of natural resources of Ukraine, State Geological service (in Ukrainian).

Dovgan, R. M., Entin, V. A., Pavlyuk, V. M. (2009). Khmelnitsky-Odessky orthocraton, as the leading lithosphere megastructure of the edge of the Eastern-European platform and its prospecting attraction on diamonds. *Mineralni resursy Ukrayiny,* (1), 6—10 (in Ukrainian).

Entin, V. A. Guskov, S. I., Orlyuk, M. I., Gintov, O. B., Osmak, R. V. (2015). Map of absolute gravity fields values in Ukraine and some aspects of its possible interpretation. *Geofizicheskiy zhurnal, 37*(1), 53—56. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323 (in Russian).

Entin, V. A. (2008). Geophysical criteria and problems of the structural and tectonic region of the crystal foundations of the Ukrainian shield due to the actuals of their personification on tectonic map of Ukraine, scale 1:1000 000. *Mineralni resursy Ukrayiny,* (3), 9—12 (in Ukrainian).

Entin, V. A., & Shimkiv, L. M. (2004). Geophysical ground of the megablock principle of zoning for stratigraphic correlation of the Precambrian formations of the Ukrainian shield. *Mineralni resursy Ukrayiny,* (1), 12—13 (in Ukrainian).

Entin, V. A., Shimkiv, L. M., Nechaeva, T. S., Dzyuba, B. M., Gintov, O. B., Pashkevich, I. K., Krasovsky, S. S. (2002). *Preparation of the geophysical base of the tectonic picture of Ukraine,*

scale 1:1000 000. Kyiv: Heoinform Ukrainy (in Ukrainian).

Kalyaev, G. I. (Ed.). (1984). Map of the fault-block tectonics of the Ukrainian Shield, scale 1:1000 000. Kiev: Edition of the Ministry of Geology of the USSR (in Russian).

Kirilyuk, V. P. (2007a). Geological and geotectonical zoning of the foundation of the Ukrainian shield (history and point of problems). *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heolohichna*, (21), 45—63 (in Ukrainian).

Kirilyuk, V. P. (2007b). Tectonics map of Ukraine. Scale 1:1000 000. Part II. Tectonics to the foundation of the Ukrainian shield. Scale 1:2 000 000. An explanatory note. Kyiv: UkrDGRI (in Ukrainian).

Correlational chronostratigraphic scheme of the early Precambrian Ukrainian shield. Explanatory note. (2004). Kyiv: UkrDGRI (in Ukrainian).

Kostenko, M. M. (2016). Geotectonic zoning of the Ukrainian Shield is the unique foundation of the tectonic, stratigraphic and other structures. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI*, (3), 144—163 (in Ukrainian).

Kostenko, M. M., Avramets, V. M., Shutenko, L. M., Ivanov, A. I., Kobets, F. V. (2015). Tectonics of the Precambrian crystalline basement of the bilocerkiv-odessa structural-formation zone. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI*, (4), 116—132 (in Ukrainian).

Kostenko, M. M., & Shutenko, L. M. (2018). The problematic matter of the geotectonic geological area of the foundation of the Ukrainian shield and the ways of its decision. *Mineralni resursy Ukrayiny*, (2), 21—29 (in Ukrainian).

Semenenko, N. P. (Ed.). (1975). *Criteria for forecasting of the Ukrainian Shield field and its surroundings*. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).

Kutas, R. I., Orlyuk, M. I., Pashkevich, I. K., Burakhovich, T. K., Makarenko, I. B., & Bugaenko, I. V. (2018). General information. In *Essays on Geodynamics of Ukraine* (pp. 17—23). Kiev: Ed. «Vi En Ei» (in Russian).

Nechaev, S. V., Voynovsky, A. S., Isakov, L. V., Anishenko, T. M., Shukshina, L. V., Churubov, S. S., Parfenova, A. Ya. (2005). *Report on scientific research work «Forecast-metallogenic mapping of raremetallic mineralization of the Ukrainian schield of scale 1:500 000»*. Kyiv: UkrDGRI (in Ukrainian).

Orlyuk, M. I. (1996). The technique and the first results of the construction of the four-dimensional magnetic model of the earth's crust of Ukraine. *Dopovidi NAN Ukrainy*, (5), 95—99 (in Russian).

Orlyuk, M. I. (2000). Spatial and spatio-temporal magnetic models of the multi-rank structures of the lithosphere of the continental type. *Geofizicheskiy zhurnal*, *22*(6), 148—165 (in Russian).

Orlyuk, M. I., Pashkevich, I. K., Burakhovich, T. K., Kuprienko, P. Ya., Makarenko, I. B., Tsvetkova, T. A. (2018). Ukrainian shield. In *Essays on Geodynamics of Ukraine* (pp. 24—35). Kiev: Ed. «Vi En Ei» (in Russian).

Pavlyuk, V. M., Bobrov, O. B., Visotsky, B. L., Dovgan, R. M., Zhovinsky, E. Ya., Kostenko, M. M., … Tsimbal, S. M. (2008). *Report on «Geology, petrology, geochemistry, age and ore-bearing of mafit-ultramafitic association of the Western part of the Ukrainian shield»*. Books 1-6. Kiev: The State Enterprise "Ukrainian Geological Company" (in Russian).

Sollogub, V. B. (1986). *Lithosphere of Ukraine*. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).

Starostenko, V. I., Gintov, O. B., Kutas, R. I. (2011). Geodynamic development of the lithosphere of Ukraine and its role in the formation and location of mineral deposits. *Geofizicheskiy zhurnal*, *33*(3), 3—22. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v33i3.2011.116919 (in Ukrainian).

Starostenko, V. I., Gintov, O. B., Kutas, R. I. (2016). Geophysical investigations for raising search minerals effectivity in Ukraine. *Visnyk NAN Ukrainy*, (3), 1—9. https://doi.doi.org/10.15407/visn2016.03.054 (in Russian).

Creation of the complex three-dimensional geophysical model of the lithosphere in connection with magmatism, tectonics and the formation of the minerals of the Ukrainian shield. Report of IGF of NAS of Ukraine. (2006). Kiev: Ukrgeolfund (in Ukrainian).

Tectonics map of Ukraine. Scale 1:1000 000. Part I. Explanatory note. (2007). Kiev: UkrDGRI (in Ukrainian).

Shcherbak, N. P., Artemenko, G. V., Lesnaya, I. M., Ponomarenko, A. N. (2005). *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Archaean*. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).

Shcherbak, N. P., Artemenko, G. V., Lesnaya, I. M.,

Ponomarenko, A. N., Shumlyansky, L. V. (2008). *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic*. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).

Shcherbakov, I. B. (2005). *Petrology of the Ukrainian Shield*. Lvov: ZUGC (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.

Glevassky, E. B., & Glevasska, A. M. (2002). The Ukrainian Shield: Precambrian Regional Structure and Paleogeodynamics. *Mineralohichnyy zhurnal,* 24(4), 47—57.