

УДК 551.24:551.25(477)

В.В. Шевчук

**ДИНАМО-КІНЕМАТИЧНІ УМОВИ ПРОТЕРОЗОЙСЬКОГО СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В МЕЖАХ
ТАЛЬНІВСЬКОЇ ЗОНИ РОЗЛОМІВ (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)**

V.V. Shevchuk

**DYNAMO-CINEMATIC CONDITIONS OF PROTEROZOIC STRUCTURE-FORMATION IN TALNIV FAULT
ZONE**

На основани структурно-парагенетических исследований в пределах Тальновской зоны разломов показаны стадийность и динамо-кинематические условия протерозойского тектогенеза, связанного с автохтонным двуполовошпатовым гранитообразованием. Аргументируется импульсный характер упруго-пластических деформаций со сложным совмещением сдвига и сжатия-растяжения, обусловившими формирование сквозных гранито-гнейсовых и милонитовых моноклиналей в шовной зоне разлома.

Ключевые слова: разломная зона, структурный парагенезис, сдвиг, сжатие-растяжение, гранитизация, гранито-гнейсовые моноклинали.

The stage formation and dynamo-cinematic conditions of the Proterozoic tectogenesis in Talniv fault zone based upon structural-paragenetic research has been showed. Tectogenesis is related to autochthonous two-feldspathic granite-formation. The pulsed character of the elasto-plastic deformations with the multi –superposition of a shear and compression-extension is argued. These deformations cause the formation of a through granite-gneiss monoclines in the sutural fault zone.

Key words: fault zone, structural paragenesis, shear, compression-extension, granitization, granite-gneiss monoclines.

ВСТУП

Тальнівська зона розломів (ТЗР) — важливий компонент складно побудованої центральної частини Українського щита (УЩ), зони зчленування Дністровсько-Бузького та Росинсько-Тікицького мегаблоків із Кіровоградським, що виділяється деякими дослідниками в якості Голованівської шовної зони. Головною її відмінністю від інших шовних структур вважається наявність клиноподібного Голованівського блока — фрагмента Дністровсько-Бузького мегаблока, складеного діафторованими в умовах амфіболітової фації утвореннями побузького гранулітового структурно-формаційного комплексу (СФК). Голованівський блок, обмежений на заході Тальнівською, а на сході Первомайською зонами розломів, розчленований внутрішніми диз'юнктивами переважно північно-західного простягання [1, 2, 6].

ТЗР — структура тривалого формування. Закладена вона, вірогідно, в археї, про що можуть свідчити фрагментарні дані про відповідне залягання директивних текстур (метаморфічна та мігматитова смугастість, кристалізаційна сланцюватість) в утвореннях архейських СФК. Але головним етапом формування та багата-стадійного розвитку ТЗР є палеопротерозойський, який позначився потужним тектогенезом і двопольовошпатовим гранітоутворенням.

Ці процеси трансрегіонального масштабу відповідають поняттю тектоно-магматичної активізації орогенного типу, під час якої відбулися глибокі перетворення архейських структурно-формаційних комплексів і завершився процес консолідації ранньодокембрійського фундаменту давньої платформи [4, 5, 7]. Активізаційні структурно-тектонічні ансамблі та різноманітні автохтонні палінгенно-метасоматичні і алохтонні метамагматичні гранітоїдні утворення виступають, окрім іншого, надійним віковим репером та індикатором динамічних умов різноманітного за механізмами структуроутворення. Цілком можливо, що на кожному етапі розвитку Тальнівський розлом мав суттєво різну морфологію (структурний рисунок), внутрішню будову, динамо-кінематичні умови формування, функції і значення у регіональній структурі, але, за даними багатьох дослідників, найпотужніші деформаційні і речовинні перетворення, результати яких знайшли яскраве відображення у регіональній структурі, відбувалися саме на протерозойському етапі розвитку. ТЗР в її протерозойському вираженні, на відміну від Первомайської зони розломів, не є граничною структурою, вона не розмежовує різновікові структурно-формаційні комплекси, накладаючись у південному своєму фрагментові на граунітові утворення дністровсько-бузької серії,

що зазнали амфіболітового діафторезу і гранітизації у зв'язку з формуванням плагіограніт-амфіболітового структурно-формаційного комплексу, та на власне плагіограніт-амфіболітові утворення тікицької серії у північному фрагменті. Відтак, за даними деяких дослідників, ТЗР не має чітких просторових обмежень, оскільки різновікові структурні парагенезиси, і передусім розривні, формувались у різних динамічних умовах і мають різну орієнтацію [2]. Окремі їх компоненти, глибоко проникаючи у суміжні блоки, розширюють сферу впливу ТЗР на регіональну структуру. Недостатня відслоненість не дозволяє однозначно відтворити просторову позицію всіх структурних парагенезисів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Структурні дослідження проводились лише у відносно відслоненій частині ТЗР, вздовж річкових долин річок Рось, Гнилий і Гірський Тікич та Синиця з притоками. Саме у цих розрізах та численних кар'єрах досліджувались різновікові мезо- та мікροструктурні парагенезиси стрижневої структури ТЗР, встановлювався взаємозв'язок деформаційних і речовинних перетворень та проводилась реконструкція динамо-кінематичних умов пов'язаного із протерозойською гранітизацією структуроутворення. Поряд із традиційними методами структурних і петрографічних досліджень застосовувались тектонофізичні методи, мікροструктурний аналіз та результати математичного моделювання полів напружень і деформацій. Дана робота має узагальнюючий характер і системного викладення фактичного матеріалу не містить.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Протерозойський етап формування ТЗР характеризується тісним взаємозв'язком та взаємообумовленістю деформаційних та речовинних перетворень архейського субстрату. Деструкція супракрystalних та плутонометаморфічних утворень забезпечувала інфільтрацію високотемпературних флюїдів суттєво калій-кремнієвої геохімічної спеціалізації та розвиток інтрасоматично-метасоматичних і антектично-палінгенних процесів з утворенням різноманітних за структурно-текстурними характеристиками мігматитів та граніто-гнейсів [3, 7]. Переважаючим розвитком відмічаються порфіробластичні та жильно-смугасті мігматити і граніто-гнейси, що складають видовжені вздовж ТЗР різні за розмірами тіла із крутим

моноклінальним заляганням. Саме такі тіла, класифіковані як мілонітові, мігматитові та граніто-гнейсові моноклінали, що кулісоподібно підставляючи одна одну, сукупно трасують доволі широку смугу (до 10–15 км), яка власне й ідентифікується як шовна зона Тальнівського розлому [12, 13]. Транзитний характер вздовж усього простеженого простягання ТЗР мають мігматитові і граніто-гнейсові моноклінали, що відрізняються між собою хіба що ступенем переробки субстрату та інтенсивністю розвитку кварц-калішпатової мінеральної асоціації. Складені вони смугастими мігматитами і сланцюватими граніто-гнейсами, різною мірою насиченими жильними тілами строкатих апліт-пегматоїдних гранітів, мають характерну потужність від перших метрів до декількох десятків метрів. Їх розділяють ділянки практично не зміненого або відносно слабо гранітизованого субстрату, зазвичай із поступовими переходами і повним збіганням директивних текстур тектонічного походження. Натомість, пізньо- і постгранітизаційні мілонітові моноклінали мають локальний розвиток вже в межах граніто-гнейсових та мігматитових монокліналей. Вони складені смугастими бластомілонітами, ультрамілонітами та псевдотахілітами, часто порфіробластичними. По заляганням площинних текстур мілонітові моноклінали, загалом, збігаються з граніто-гнейсовими, хоча високопорядкові сколові структури, особливо пізні, в їх межах часто орієнтовані під певними кутами до генеральної структури ТЗР. Посуті, лише мігматитові і граніто-гнейсові структури, узагальнено назовемо їх граніто-гнейсовими монокліналами (ГГМ), у своїй сукупності формують шовну зону ТЗР і, вірогідно, можуть вважатись структурами першого порядку. Генеральне простягання шовної зони доволі витримане — 30–40°, з локальними відхиленнями в межах 20–50°. Падіння визначальних директивних текстур зазвичай субвертикальне (70–90°) південно-східне або північно-західне.

Звісно, ТЗР як система субпаралельних ГГМ, що формувались у складних динамічних умовах, може бути елементом більш низькорангового структурного парагенезису. Наприклад, орієнтуючись на класичну схему простого зсуву, не важко уявити субмеридіональні правозсувні або субширотні лівозсувні переміщення великих фрагментів архейської протоконтинентальної кори, для яких ГГМ ТЗР виступали б структурами відриву другого порядку. Але для

аргументації таких гіпотетичних уявлень необхідні регіональні дані про тектонічну структуру не лише центральної частини УЩ, а й значної частини фундаменту давньої платформи.

Внаслідок тривалого перманентного синдеформаційного гранітоутворення, поділеного на окремі стадії деформаційними епізодами, що, вірогідно, мали «мігруючий» у часі і просторі характер, ТЗР у цілому та окремі ГГМ отримали складну будову. В їх межах можна виділити низку різновікових структурних парагенезисів різних рангів, що формувались у змінних полях напружень. Знакоперемінний характер тектонічних рухів обумовив нівелювання ознак таких переміщень і неабияку складність динамокінематичних реконструкцій. У таких умовах актуальним стає комплексне використання різних методів досліджень макро-, мезо- і мікροструктурних парагенезисів, зокрема тектонофізичних методів та мікροструктурного аналізу [14–20].

Через неможливість простеження окремих ГГМ, що відслонюються в одиничних розрізах вздовж річок, найпотужніші ГГМ отримали власні назви (Ульянівська, Коржівська, Тальнівська, Лисянська, Стеблівська), хоча, ймовірно, деякі з них є продовженням одна одної. При принциповій порівнянності речовинних особливостей і будови всіх ГГМ вони мають певні розбіжності, що зумовлено передусім суттєвою різницею у формаційних і структурних особливостях субстрату двопольовошпатової гранітизації, а також дещо різними динамокінематичними умовами супутнього структуроутворення. Так, південний фрагмент ТЗР закладається по гранулітовому СФК, у той час як північний — по плагіограніт-амфіболітовому. Використовуючи характерні метасоматично-інтрасоматичні та палінгенні утворення — прояви єдиного палеомезопротерозойського активізаційного процесу як вікові репери, показники рt-умов та напружено-деформаційних станів, можна відтворити основні особливості протерозойського структуроутворення в межах ТЗР та окремих її фрагментів [8].

Двопольовошпатовому гранітоутворенню повсюдно передують потужна деструкція субстрату. Внаслідок крихко-пластичних деформацій породи субстрату катаклазовані і мілонітизовані, набувають хаотичної будови, у бластокатаклазитах та бластомілонітах переважають брекчієподібні та плямісті текстури, локально проявляються дрібні складчасті фор-

ми, структури вихору. Місцями по слабосланцюватих плагіогнейсах у зв'язку із розвертанням елементарних мілонітових просічок в ході перманентної пластичної деформації формується лінзоподібно-груболітонна текстура, ускладнена мікроскладчастістю волочіння. Поступово, з розвитком суттєво калішпат-кварцового метатекту і перманентною переорганізацією катаклазитів і мілонітів, посилюється процес формування виразної планарної текстури із витриманим заляганням — смугастості мігматитового типу, яка поступово стає домінуючою в усіх ГГМ. Кінематика найбільш ранньої догранітизаційної стадії вивчена недостатньо. Однозначні макрореperi виявити не вдалося, а за численними мезоознаками на рівні відслонень та мікροструктурами у шліфах встановлюється знакоперемінний характер мікροпереміщень з переважанням підкидо-правозсувних, що відбувались в умовах сублатерального стиснення (суттєво чистого зсуву).

Визначальною для формування ГГМ та й ТЗР у цілому є потужна гранітизація різновікового субстрату, форми та інтенсивність прояву якої в межах ТЗР обумовлена динамокінематичними умовами деформаційних процесів. Ці процеси, як і речовинні перетворення, мають багатостадійний (перманентний) характер. Витриманий за загальною спрямованістю характер речовинних перетворень з послідовним збільшенням вмісту калішпат-кварцової мінеральної асоціації, розкладанням темноколірних мінералів та розкисленням плагіоклазу, наявність не менше двох виразних генерацій калієвого польового шпату, двох — чотирьох генерацій кварцу, плагіоклазу та біотиту в межах одного і того ж шліфа, практично повсюдна наявність мікροструктур дроблення і бластезу передусім у ранніх мінеральних парагенезисах — все це дозволяє реконструювати напрямки відносних мікροпереміщень та зробити попередні висновки про загальну кінематику ТЗР під час двопольовошпатового гранітоутворення. Перманентний характер деформаційних і речовинних перетворень не протирічить умовному поділу цього етапу на три більш-менш виразні стадії: ранньо-, середньо- та пізньосингранітизаційні, поділені найбільш чіткими деформаційними епізодами.

Рання стадія проявлена найбільш контрастними речовинними перетвореннями, потужним розвитком кварц-калішпатової мінеральної асоціації, місцями калішпатовим порфіроблас-

тезом (КПШ-1) і появою проміжних мінеральних фаз. З цією стадією асоціює головна фаза гранітоїдного жилювання. Субпаралельні апліт-пегматитові тіла узгоджуються із мігматитовою смугастістю і порфіробластичною сланцюватістю і сукупно утворюють базову систему ГГМ. При імпульсному і, вірогідно, реверсному характері переміщень, при наявності ознак реалізації як ліво-, так і правозсувної компоненти, домінуючими на цій стадії були вертикальні зміщення в умовах суттєвого латерального розтягування. Зсуво-скидові переміщення фіксуються як на макрорівні (субпаралельні жили, смугасті мігматити), так і завдяки розвитку порфіробластичної сланцюватості (умови трансенсії подані за роботою [11]). Така тенденція, але вже у комбінації із зсуво-підкидовими переміщеннями відмічається і на наступній, середньосингранітизаційній стадії, позначеній руйнуванням ранніх метасоматитів, зокрема дробленням порфіробластів КПШ-1, утворенням мікрокліну другої генерації у складі перекристалізованих кварц-калішпатових агрегатів, що огортають порфіробласти КПШ-1, а також формуванням мікроскладочок волочиння, θ -, δ - та σ -об'єктів, завдяки яким відтворюються кінематичні особливості стадії [20]. Вони виявляються найбільш варіаційними, знакоперемінними, горизонтальна складова здебільшого поступається вертикальній складовій. У горизонтальних переміщеннях переважають лівозсувні, хоча локально фіксуються також ознаки правого зсуву. При цьому відмічається зміна зсуво-скидових і зсуво-підкидових переміщень, що може сприйматись як чергування в часі динамічних схем транспресії і трансенсії. Суттєва відмінність цієї стадії від попередньої полягає у зміні домінуючого розтягування потужними імпульсами стиснення. Така тенденція може викликатись як зміною регіонального поля напружень, так і об'ємними ефектами фазових переходів внаслідок калій-кремнієвого метасоматозу та палінгенезу у системі гранітоутворення. В останньому випадку регіональне поле напружень може і не зазнавати значних змін, а варіації локальних полів напружень залежатимуть від співвідношень швидкостей кристалізаційних та деформаційних процесів, що підтверджується результатами математичного моделювання [9, 10].

Пізньосингранітизаційна стадія фіксується неодноразовою перекристалізацією кварцу — найбільш чутливого до варіацій полів на-

пружень мінералу. Практично мономінеральні гломерозернисті кварцові агрегати огортають порфірокласти польових шпатів та лінзоподібні породні фрагменти і несуть сліди синкристалізаційних деформацій у вигляді ламелей, смуг зламу та хвилястого погасання. Здебільшого такі кварцові агрегати посилюють площинні текстури у граніто-гнейсах, створюючи своєрідну смугастість або сланцюватість, залягання яких зазвичай збігається із заляганням ГГМ у ранньому їх вираженні. Локальні розвертання породних фрагментів та порфіробластів утворюють характерні мікротектонічні репери локальних переміщень, які засвідчують у цілому успадкований від попередньої стадії характер кінематики. Втім, найбільш інформативним засобом динамо-кінематичних реконструкцій виявляється мікроструктурний аналіз по кварцу. Дослідження переважної орієнтації с-осей кварцу в орієнтованих шліфах, що базуються на сучасних експериментальних даних, дозволяє доповнити характеристику динамо-кінематичних умов пізньо-сингранітизаційної стадії. Встановлено, зокрема, певну спадковість кінематики ГГМ: чергування скидово-лівозсувних і підкидо-лівозсувних локальних переміщень із ослабленням зсувної компоненти. Переважання вертикальної складової підтверджується також лінійністю по кварцу, що виникає в наслідок призматичної трансляції.

Деформаційні і речовинні перетворення на етапі двопольовошпатового гранітоутворення відбувались у температурних умовах амфіболітової фації при суттєвому зниженні температури на пізньосингранітизаційній стадії. У реологічному сенсі деформація відноситься до крихко-пластичної перекристалізації. Їй зазвичай передують виразне дроблення, що регулюється, вірогідно, зміною швидкостей деформації.

Постгранітизаційний етап також може бути поділений принаймні на дві стадії, що відрізняються температурністю і характером деформацій. Рання постгранітизаційна стадія повсюдно позначена потужною мілонітизацією із супутньою перекристалізацією на рівні фації зелених сланців, в той час як пізня — практично «суха». Пізньосинпорфіробластичне і постпорфіробластичне розсланцювання (катаклаз, мілонітизація та бластез) проявляються у порівняно нешироких смугах, що певним чином спряжені між собою у пізньосингранітизаційні та постгранітизаційні структурні парагенезиси. Потужність струменів суцільної мілонітизації й

ультрамілонізації може сягати декількох метрів. Завдяки їм по мігматито-граніто-гнейсовій монокліналі формується накладена мілоніт-ультрамілонітова монокліналь із практично ідентичними елементами залягання. Внутрішні зони таких монокліналей відмічаються появою псевдотахілітових мас, частіше із смугастим, часом із лінзоподібно-плямистим розташуванням. Такі мілонітові струмені мають зазвичай різкі межі із граніто-гнейсами (при загальному збіганні залягання) та спорадично проявлену тонку смугастість, що проявляється завдяки збереженню катаклизитів по граніто-гнейсах та окремих порфірокластів лінзоподібної форми, а також тонких згідних прожилків, складених суттєво кварцовими агрегатами. Такі лінзи і смуги із світлим забарвленням добре контрастують на фоні темно-сірих і чорних ультрамілонітів і псевдотахілітів. Контрастне забарвлення допомагає макроскопічно вирізняти головні тектурні особливості порід, а характерні текстури дозволяють діагностувати напрямки переміщень під час мілонізації. На породному рівні встановлюється неоднаковість мілонізації, утворення декількох генерацій мікропросічок ультрамілонітів клиноподібно-перехресного орієнтування із початковим бластезом і формуванням мікрозернистого гідрослюдистого агрегату. Численні мікротектонічні співвідношення дозволяють припускати деформування в умовах транспресії із переважанням чистого зсуву за слабкої участі правозсувної компоненти.

Найбільш пізні деформаційні прояви мають виключно крихкий характер і не супроводжуються бластезом. Йдеться про січний кліваж, найчастіше у позиції R'-сколів та системи тріщин, інтенсивність розвитку яких у межах шовної зони дуже різна. І якщо кліваж має доволі чіткий просторовий зв'язок із попередньою постгранітаційною стадією, то відносний вік тріщинуватості визначити практично неможливо, у зв'язку з чим вона детально не досліджувалась.

ВИСНОВКИ

На підставі даних про характер речовинних перетворень і деформаційних процесів у межах Тальнівської зони розломів на протерозойському етапі її розвитку, можна простежити таку їх послідовність.

1. Раннє дроблення архейського субстрату за умов переважання латерального стиснення при участі правозсувних переміщень та форму-

вання пов'язаних між собою первинних фрагментів шовної зони.

2. Синдеформаційний розвиток інтрасоматично-метасоматичних процесів із формуванням порфіробластичних і смугастих мігматитів і двопольовошпатових граніто-гнейсів, що складають наскрізні граніто-гнейсові монокліналі за суттєвої ролі відносного розтягування. Імпульсний характер крихко-пластичного деформаційного процесу на сингранітаційному етапі з неодноразовою зміною скидово-зсувної та підкидо-зсувної деформаційних схем при переважаючому прояві лівозсувної компоненти.

3. Локальні пізньо- і постгранітаційні прояви потужної мілонізації в межах ГГМ, що відбувалась в умовах транспресії із домінуванням чистого зсуву за слабкої участі правозсувної компоненти.

4. Локальний розвиток найбільш пізнього поперечного кліважу (у позиції R'-сколів щодо генеральних площинних текстур) без видимих зміщень і ознак бластезу у місцях найпотужнішої мілонізації та розвитку псевдотахілітів.

1. *Веремьев П.С.* Структура докембрия Среднего Побужья, история и механизм ее возникновения // Геол. журн. — 1972. — Т. 32, вып.6. — С. 26–37.
2. *Гинтов О.Б.* Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. — Киев: Феникс, 2005. — 572 с.
3. *Коржинский Д.С.* Потоки трансмагматических растворов и процессы гранитизации // Магматизм, формации кристаллических пород и глубины Земли. — М.: Наука, 1971. — С. 144–153.
4. *Моралев В.М., Глуховский М.З.* Архейская и раннепротерозойская тектоника // Фундаментальные проблемы общей тектоники. — М.: Науч. мир, 2001. — С. 50–90.
5. *Салоп Л.И.* Геологическое развитие Земли в докембрии. — Л.: Недра, 1982. — 343 с.
6. *Чебаненко І.І.* Розломна тектоніка України. — К.: Наук. думка, 1966. — 179 с.
7. *Шевчук В.В.* До питання про геодинамічні умови формування гранітоїдів областей тектоно-магматичної активізації // Еволюція докембрійських гранітоїдів і пов'язаних з ними корисних копалин у зв'язку з енергетикою планети і етапами її тектоно-магматичної активізації. Зб. наук. пр. — К.: УкрДГРІ, 2008. — С. 52–56.
8. *Шевчук В.В.* Петроструктурні особливості синдеформаційних метасоматитів Тальнівської зони розломів // Сучасні напрямки української геологічної науки: Зб. наук. пр. ІГН НАН України — К., 2006. — С. 55–61.
9. *Шевчук В., Лавренюк М., Шевчук Вол.* Комп'ютерне моделювання впливу термофлюїдних аномалій на напружено-деформаційні стани розломних зон // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. — 2008. — Вип. 43. — С. 47–49
10. *Шевчук В.В., Лихачев В.В.* Математическая модель

- поля напружених, вызваного теплової аномалією в епрувній середі // Геофіз. журн. — 1996. — Т. 18, № 6. — С. 74–80.
11. Шевчук В.В., Павлов Г.Г. Тектонофізическіє умовія формироваія кристалізаціонної сланцеватості // Там же. — 2003. — Т. 25, № 5. — С. 76–83.
 12. Шевчук В., Шевчук В. Особлівості докембрійського і фанерозойського граніто-гнейсового структуроутворення // Вісн. Київ. ун-ту. — Геологія. 2006. — Вип. 37. — С. 4–6.
 13. Шевчук В., Шевчук Вол. Протерозойські граніто-гнейсові монокліналі Українського щита та їх морфоструктурні типи // Там же. — 2007. — Вип. 40. — С. 4–6.
 14. Шерман С.И., Днепровский Ю.И. Поля напружених земної кори і геолого-структурніє методи їх изученія. — Новосибирск: Наука, 1989. — 158 с.
 15. Blumenfeld F. Le «tuilage des mégacristaux», un critère d'écoulement rotationnel pour les fluidalités des roches magmatiques. Application au granite de Barbey-Séroux (Vosges, France) // Bull. Soc. géol. France. — 1983. — Vol. 25, № 3. — P. 309–318.
 16. Dell'Angelo L.N. and Tullis J. Fabric development in experimentally sheared quartzites // Tectonophysics. — 1989. — Vol. 169. — P. 1–21.
 17. Carter N.L., Christie J.M., Griggs D.T. Experimental deformation and recrystallization of quartz // J. Geol. — 1964. — Vol. 72. — P. 687–733.
 18. Hobbs B.E. Recrystallization of single crystals of quartz // Tectonophysics. — 1968. — Vol. 6, № 5. — P. 353–401.
 19. Knipe R.J., Law R.D. The influence of crystallographic orientation and grain boundary migration on microstructural and textural evolution in an S-C mylonite // Ibid. — 1987. — Vol. 135. — P. 155–169.
 20. Passchier C.W., Trouw R.A.J. Microtectonics. — Springer, 1996. — 536 p.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ

Рецензент — док. геол. наук Т.П. Міхницька