НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК

ОСЬМАЧКО ЛЮБОВ СТЕПАНІВНА

УДК 551.242.1:553.3/4 (477)

ГЕОДИНАМІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ДОКЕМБРІЙСЬКОЇ СТРУКТУРИ ТА ОКРЕМИХ РУДОПЕРСПЕКТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

04.00.01 – загальна та регіональна геологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора геологічних наук

Київ – 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, м. Київ.

Науковий консультант: доктор геолого-мінералогічних наук, професор, академік НАН України **Щербак Микола Петрович**, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ.

Офіційні опоненти: доктор геолого-мінералогічних наук, професор, член-кореспондент НАН України **Гінтов Олег Борисович,** Інститут геофізики імені С.І. Субботіна НАН України, головний науковий співробітник.

доктор геологічних наук, доцент **Альохін Віктор Іванович**, Донецький національний технічний університет (ДонНТУ), м. Покровськ, завідувач кафедри геології, розвідки та збагачення корисних копалин

доктор геологічних наук, **Огар Віктор Володимирович,** Навчально-науковий інститут «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, професор кафедри геології нафти і газу.

Захист відбудеться « 28 » січня 2021 р. о 10 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д. 26.162.02 Інституту геологічних наук НАН України за адресою: Україна, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту геологічних наук НАН України (01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б).

Автореферат розісланий « 18 » грудня 2020 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 26.162.02
кандидат геол. наук Т.М. Сокур

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Необхідність розвитку сировинної бази металевих корисних копалин від яких залежить енергетичне та стратегічне забезпечення піднесення економіки України є актуальною. В першу чергу, це уран-торієва сировина (U-Th), адже не зважаючи на значні ресурси урану в Україні, споживання його в теперішній час покривається власними джерелами лише на 30 % (Перспективи..., 2017). Теоретично торієвий «атомний реактор» має набагато більший ККД і в десятки разів переважає реактори з ядерним паливом на урані за ступенем використання активної речовини паливних елементів (Перспективи..., 2017). Успіх пошуку U-Th сировини в першу чергу залежить від обґрунтованого вирішення структурних задач з встановленням тектонічних позицій локалізації рудних покладів. Адже одним з провідних чинників створення та закономірностей зосередження U-Th- об'єктів є геодинамічні умови формування геологічної структури досліджуваної території. Питання щодо умов утворення та закономірностей розміщення U-Th-перспективних структур Українського щита (УЩ) досить широко дискутуються у зв'язку з неоднозначним трактуванням специфіки тектонічних явищ у процесі формування докембрійського фундаменту. А саме, причин і механізмів деформаційних перетворень кристалічного фундаменту, кількості їх етапів, кінематики, тискнево-температурних (*P-T)* умов реалізації та їх впливу на перерозподіл речовини гірських порід. Адже при вивченні тектонічної еволюції мегаблоків УЩ мають місце декілька наукових спрямувань, які базуються на теоріях геосинкліналей (М.П. Семененко, Я.М. Бєлєвцев зі співавторами, В.А. Рябенко), плюм-, купольної тектоніки (М.П. Щербак, Л.В. Ісаков зі співавторами, О.М. Комаров), тектоніки плит (Є.Б. Глеваський, Г.І. Каляєв), концепціях здвигового структуротворення (Г.В. Тохтуєв, П.С. Верем'єв, В.С. Заїка-Новацький, Б.О. Занкевич, Є.І. Паталаха, О.І. Лукієнко, О.Б. Гінтов, С.В. Горяйнов) та розломно-блокового тектогенезу (І.І. Чебаненко, К.Ф. Тяпкін, В.Г. Верховцев). Незалежно від трактовок механізмів дислокаційного процесу, відтворення геодинамічного ракурсу геологічного літопису має переконливе спрямування на встановлення закономірностей розповсюдження різних корисних копалин. Отже, вивчення палеогеодинаміки Українського щита у зв'язку з його металогенією – це доволі важлива проблема сучасної геології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження автора виконувалися в рамках бюджетних фундаментальних і прикладних наукових тем у: відділенні морської геології та осадочного рудоутворення (ВМГОР) ННПМ НАН України за темою «Специфіка геодинамічного розвитку південно-західного форланду Східно-Європейського кратону та його орогенічного обрамлення як основа прогнозу ВВ», 2007–2011 рр. (№ДР 0107U002275); Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України за темами «Обгрунтування межі архей-протерозой в окремих блоках Українського щита на основі геолого-стратиграфічних, петролого-геохімічних і геодинамічних досліджень» 2006-2007 рр. (№ ДР 0102UOOO538), «Геохронологія і геохімія неоархейських магматичних порід Українського щита», 2008-2012 рр. (№ ДР 0107U007968), «Геохронологія та

геодинаміка мегаблоків Українського щита», 2013-2015 рр. (№ ДР 0112U006807) та ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» з 2015 по 2020 рр.: теми «Розробка та вдосконалення методологічних засад пошуку, розвідки та оцінки речовинного складу уранових і торієвих руд» (№ ДР 0111U001181), «Оцінка металогенічного потенціалу торію кристалічних порід Українського щита». Етап 3. «Оцінка металогенічного потенціалу торію кристалічних порід Українського щита (з виділенням рудоперспективних зон, областей, полів і вузлів)» (№ ДР 0113U003881), «Розробка науково-методичних основ вдосконалення системи радіаційно-екологічної безпеки об'єктів ядерно-паливного циклу» (№ ДР 0111U008864), «Комплексна оцінка та геолого-економічне обґрунтування перспектив освоєння екзогенних родовищ урану осадового чохла Українського щита» (№ ДР 0116U007113), «Металогенія урану, торію і супутніх елементів в геологічних структурах України та вдосконалення методів пошуку і науковий супровід видобування» (№ ДР 0116U000158).

Мета роботи – встановлення закономірностей розміщення родовищ металевих корисних копалин (у першу чергу урану та торію) в залежності від факторів формування докембрійського структурного плану УЩ.

Завдання*:* 1) проаналізувати наукові першоджерела щодо виявлення структурних факторів, які висвітлюють закономірності локалізації U-Th-перспективних об’єктів та динаміку їх становлення;

2) виділити генерації та генетичні типи дислокаційних структур в межах окремих мегаблоків УЩ;

3) вивчити речовинний склад генерацій дислокаційних структур та встановити *P-T* умови їх формування;

4) виявити й систематизувати особливості структурно-речовинної організації та локалізації окремих U-Th-перспективних об’єктів;

5) установити просторово-генетичний зв’язок між певними типами й генераціями дислокаційних структур та локалізацією рудоперспективних геологічних тіл;

6) побудувати структурно-вікові моделі дислокаційної тектоніки для мегаблоків УЩ з обґрунтуванням рудоперспективних структурних позицій.

Об’єкт дослідження: докембрійський структурний план Українського щита у зв’язку з закономірностями зосередження U-Th-родовищ.

Предмет дослідження: структурно-речовинні особливості будови та локалізації U-Th-родовищ й рудопроявів УЩ.

Методи дослідження. При вирішенні завдань застосовано комплексний підхід вивчення параметрів U-Th-вмісних докембрійських структур УЩ. Він включає опрацювання й аналіз вихідної інформації: геолого-геофізичних даних з виробничих звітів та опублікованих матеріалів, польової документації кінематичних індикаторів й структурного картування з застосуванням методів структурно-парагенетичного аналізу. Останній враховує морфологічну оцінку і просторові характеристики взаєморозміщення дислокаційних утворень, їх речовинний склад й *P-T* умови формування, дані про вік та послідовність становлення. Також залучались: петрографічні методи вивчення кристалічних порід; лабораторні геохімічні; інструментальні дослідження мінеральних пар (Gt-Bt) для визначення P-T-

параметрів.

Наукова новизна одержаних результатів:

Вирішена важлива наукова проблема для пошукової геології – обгрунтовані нові критерії структурного контролю й локалізації родовищ та зруденінь металевих корисних копалин в межах Українського щита.

1. Вперше аргументовано, що уран-торій- перспективні об’єкти Українського щита є високовпорядкованими тектоно-метаморфогенними приздвиговими структурами, які створювалися взаємозалежно з вмісними геологічними тілами у декілька етапів структурно-речовинних перетворень докембрійської основи.

2. Вперше приздвигові тіні тиску палеопротерозойських здвигових зон визначено як найбільш перспективні структурні комірки в докембрійському структурному плані Українського щита щодо локалізації уран-торій-перспективних об'єктів.

3. Вперше обґрунтовано, що закономірне поєднання підзон лінійних та овалоїдних тіл структурного плану Українського щита створює суттєво здвигову дислокаційну систему. Вона остаточно сформувалася на четвертому й п’ятому етапах (палеопротерозой) структурно-речовинних трансформацій кристалічного фундаменту.

4. Вдосконалено вчення про те, що структурний план Українського щита є результатом багатоетапного накладення та взаємодії дислокаційних структур за здвигових деформацій на фоні змін Р-Т значень (регресивного) геологічного середовища й напрямків дії палеонапружень. Становлення структур перших п'яти генерацій відбувалося за Р-Т умов середовища від гранулітової до зеленосланцьової фацій метаморфізму; більш пізні структури є постметаморфічними.

5. Отримали подальший розвиток положення про лінійні та овалоїдні тіла-складові структурного плану УЩ. А саме, що зазначені складові формувалися синхронно й взаємопов’язано в декілька етапів, є композитними утвореннями та різняться між собою геолого-динамічними умовами становлення. Лінійні складові структурного плану УЩ (шовні зони й прилеглі до них частини мегаблоків) є відносно інтенсивно зміненими (структурно й речовинно перетвореними) фрагментами кристалічного фундаменту, які остаточно сформувалися при суттєво здвигових трансформаціях. Складові структурного плану УЩ овалоїдних тіл (внутрішні частини мегаблоків УЩ й шовних зон) є відносно слабо зміненими фрагментами фундаменту, що на кінцевих етапах розвитку формувалися завдяки роз'єднанню та ротації сегментів кристалічного фундаменту при дії здвигових напруг.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей внутрішньої структурно-речовинної організації УЩ та рудовмісних об'єктів в його межах. Зазначені закономірності полягають в наступному. Докембрійський структурний план УЩ сформовано підзонами лінійних та овалоїдних геологічних тіл, які формувалися спільно в декілька етапів структурних й речовинних трансформацій докембрійського фундаменту, але в різних геолого-динамічних умовах. Рудоперспективні об’єкти є високовпорядкованими приздвиговими дислокаційними структурами, які створювалися взаємозалежно з вмісними геологічними тілами та приурочені до підзон овалоїдних тіл структурного плану УЩ. Останній був усталений в палеопротерозої й відповідає суттєво здвиговій дислокаційній системі. Отримані нові геолого-структурні дані служать необхідним

вихідним матеріалом для вдосконалення динамічної моделі рудогенезу U і Th у високометаморфізованих комплексах УЩ.

Практичне значення роботи. Складені структурно-вікові шкали дислокаційної тектоніки УЩ і поетапні структурно-динамічні моделі формування мегаблоків УЩ, які засвідчують декількоетапність формування структурного плану УЩ.

Впроваджено схему опису докембрійських рудних об’єктів відповідно принципу ієрархічності геологічних структур та побудовані моделі становлення окремих U, Th-перспективних об'єктів.

Показано, що рудні тіла всіх ієрархічних рівнів є закономірними складовими суттєво здвигових парагенезисів; відображено залежність змін вмісту U й Th в докембрійських породах відповідно до трансформацій структурного плану кристалічного фундаменту з кожним етапом його становлення.

Все зазначене дозволило встановити, що U, Th-перспективні об’єкти УЩ як приздвигові дислокаційні утворення приурочені до визначених структурних комірок палеопротерозойського структурного плану. Це T, S, Θ та δ -структурні позиції, що маркують приздвигові тіні тиску палеопротерозойських здвигових зон.

Виведено ідеалізовану поетапну модель становлення одиночної рудоперспективної структури.

Встановлені закономірності структурно-речовинної організації докембрійського плану УЩ й рудовмісних об'єктів можуть бути використані при прогнозуванні та пошуках нових промислових концентрацій U і Th, також при виділенні найбільш перспективних ділянок у межах конкретних рудопроявів. Зокрема, приведені вище ознаки щодо структурного контролю зруденінь рекомендовано для впровадження в практику геолого-розвідувальних робіт, як один з базових критеріїв пошуку металевих корисних копалин. Зазначене підтверджено на конкретних ділянках і зафіксовано у вигляді окремих науково-дослідних розробок (що підтверджено п’ятьма актами впроваджень) для КП «Кіровгеологія» та ДП «СхідГЗК».

Фактичні дані та особистий внесок здобувача. Для виконання роботи автором здійснено інформаційний пошук, аналіз, узагальнення й часткову переінтерпретацію численних геолого-геофізичних даних з виробничих звітів та опублікованих матеріалів попередніх дослідників. Проведено збір фактичного матеріалу в межах окремих детальних ділянок (рис. 1) усіх мегаблоків та шовних зон УЩ (окрім Криворізько-Кременчуцької шовної зони). Це детальний опис й зарисовки (від десяти до трьохста точок спостережень в межах зазначених ділянок) відслонень кристалічних порід з відбором зразків, замірів елементів залягання структурно-текстурних атрибутів порід (декілька тисяч замірів). Досліджено під мікроскопом близько 2000 шліфів і 250 аншліфів та вивчено й описано керн декількох десятків свердловин (що був люб’язно наданий співробітниками КП «Кіровгеологія»). Опрацьовано ~ 1000 лабораторних геохімічних аналізів кристалічних порід, також інструментальних досліджень мінеральних пар (Gt-Bt) та циркону. Побудовано структурно-вікові шкали дислокаційної тектоніки та структурно-динамічні моделі формування докембрійських об’єктів.

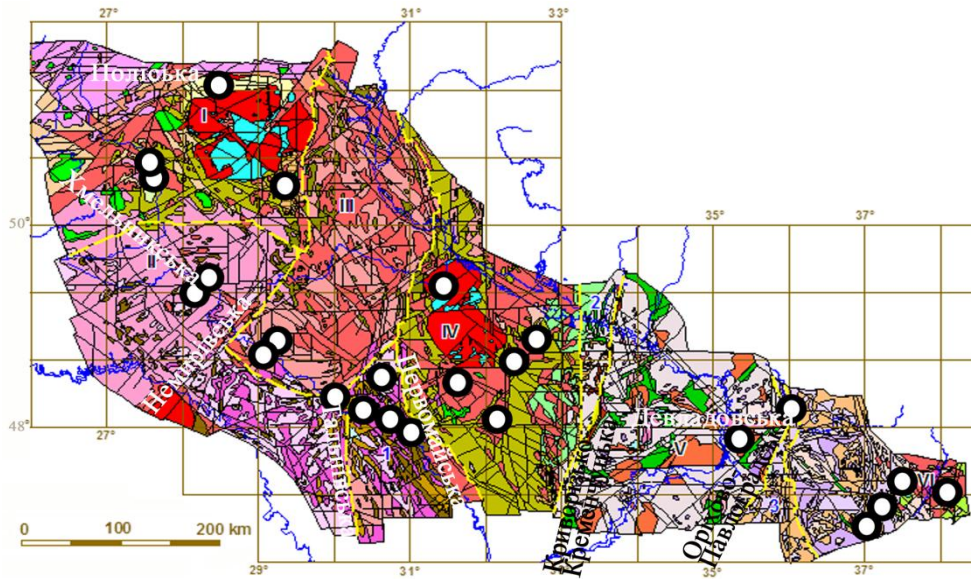


Рис. 1. Карта місцезнаходження ділянок детальних досліджень (кружки). I – VI – мегаблоки, 1 – 3 – шовні зони УЩ. Підписані найбільш крупні розломні зони. На основі карти із (Кореляційна…, 2004).

Робота є результатом самостійних досліджень Л. С. Осьмачко.

Усі наукові узагальнення, положення, результати, висновки та рекомендації, викладені у дисертації, виконані автором особисто. У випадках колективних робіт внесок дисертанта із співавторами носив рівноправний характер.

Окремі публікації за темою дисертації надруковано у співавторстві з Є.І. Паталахою, М.П. Щербаком, О.М. Пономаренком, І.М. Лісною, В.Г. Верховцевим, М.О. Ярощук та іншими.

Для робіт [1, 3, 4] (із переліку публікацій що подаються в кінці реферату) автором досліджувалися відслонення кристалічних порід в межах детальних ділянок окремих мегаблоків Українського щита (УЩ). А саме, проводились заміри елементів залягання метаморфогенних структур, опис, зарисовки, відбір зразків та вивчення шліфів із них (дослідження проводилися у ВОМГОР ННПМ НАН України).

Для публікацій [6 – 12, 14, 20, 22, 27, 28, 30, 32 – 34, 37] автором узагальнювались досягнення попередників щодо структурно-речовинної організації мегаблоків УЩ, дані польових робіт, формулювалися висновки (дослідження проводились в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України).

У роботах [2, 17 – 19, 25] автором проведено узагальнення досліджень попередників та даних польових робіт для рудоперспективних фрагментів УЩ у зв’язку з встановленням структурного контролю зруденінь (дослідження проводилися у ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»).

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи викладено та обговорено на науково-практичних конференціях різного рівня: IX Міжнародна конференція «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти» (Київ, 11-14 травня 2010); XXVII International conference School «Geochemistry of Alkaline rocks» (Moscow-Koktebel’, 2010); Conference dedicated to the memory of J.A. Morozewicz «Petrology, mineralogy, geochemistry», (Kyiv, 19-21 September 2010); Наукова конференція, присвячена 65-річчю геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка «Стан і перспективи сучасної геологічної освіти та науки, (Львів, 13-15 жовтня 2010); XVI международная

конференция «Структура, свойства, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы», (Воронеж, 20-24 сентября 2010); Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 100-летию С.Н. Иванова. *IV Чтения памяти С.Н. Иванова.* «Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры», (Екатеринбург, Май 2011); XVIII международная научно-практическая конференция «Геологическая среда, минерагенические и сейсмотектонические процессы», (Воронеж, 24-29 сентября 2012); Міжнародна наукова конференція присвячена 90-річчю академіка НАН України М.П. Щербака: «Геохронологія та геодинаміка раннього докембрію (3,6-1,6 млрд років) Євразійського континенту», (Київ, 16–17 вересня 2014).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 37 наукових праць (12 з них одноосібні), у тому числі 2 монографії (у співавторстві), 24 статті у наукових фахових виданнях (з них 6 у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз), 2 статті, які відображають зміст дисертації, 9 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій.

Обсяг та структура роботи. Дисертаційна робота викладена на 451 сторінці машинописного тексту, складається зі вступу, 3 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 3 додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 312 сторінок друкованого тексту. Робота ілюстрована 7 таблицями та 176 рисунками. Список використаних джерел містить 287 найменувань.

Робота над дисертацією була розпочата в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України під керівництвом доктора геолого-мінералогічних наук, професора, академіка НАН України М.П. Щербака, якому здобувач щиро вдячний за конструктивні зауваження та допомогу. Закінчена дисертаційна робота в ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» за активного сприяння доктора геологічних наук В.Г. Верховцева та член-кореспондента НАН України Г.В. Лисиченка. Також дисертант висловлює подяку за консультації щодо окремих аспектів роботи академіку НАН України О.М. Пономаренку, член-кореспонденту НАН України О.Б. Гінтову (ІГФ НАН України), докторам геол. наук В.О. Привалову, Г.В. Артеменку, Л.М. Степанюку (ІГМР НАН України), Б.О. Занкевичу (ВМГОР ННПМ НАН України), М.О. Ярощук (ДУ «ІГНС НАН України»), В.В. Балаганському (ГИ КНЦ РАН), С.В. Горяйнову (ХНУ ім. В.Н. Каразіна), Г.В. Заїка-Новацькому.

Особливу подяку автор висловлює співробітникам КП «Кіровгеологія», «Південукргеологія» та ПДРГП «Північгеологія» за сприяння в організації й виконанні польових робіт і зборі фактичного матеріалу.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, зв'язок досліджень з науковими темами, програмами; сформульовано мету дисертаційної роботи та завдання, які було вирішено в ній, викладено наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, наведено загальну характеристику роботи та дані про апробацію.

У **розділі 1 «Методика й методи досліджень»** висвітлені методологічні й методичні аспекти роботи, які є найбільш результативними щодо розкриття мети й вирішення завдань дисертації. Це теоретичні уявлення і принципи структурно-парагенетичного аналізу, які були залучені до вивчення структурно-речовинної організації УЩ Є.І. Паталахою, О.І. Лукієнком, Б.М. Чіковим, О.І. Слензаком, О.І. Чередниченком, В.М. Венедиктовим, Г.В. Тохтуєвим, П.С. Верем'євим, А.Н. Казаковим, В.С. Заїка-Новацьким, О.Б. Гінтовим, С.В. Горяйновим. При короткому викладенні теоретичні засади досліджень полягають у наступному.

При дислокаційних процесах, що викликаються тектонічними факторами, провідну роль відіграють здвигові деформації, які забезпечують здвигову течію гірських порід. Остання здійснюється за рахунок компенсаційної синдеформаційної перекристалізації й перебудови геологічного середовища на мікрорівні та шляхом залучення мезоструктури у вигляді розлінзування, будинажу, складкотворення.

Механізм течії (мігматичний, сланцюватий, кліважний чи ін.) залежить від реології середовища та визначається законами гідродинаміки. Реологічні властивості геологічного середовища є залежними від температури, тиску, часу зростання та прояву деформацій.

В цілому перебудова геологічного середовища на всіх його ієрархічних рівнях направлена на створення такої структурної організації, яка спроможна знизити опір здвиговій деформації та забезпечити рух твердої речовини з відносно мінімальними енергетичними витратами – фізичної і структурної анізотропії. Остання на рівні геологічних об'єктів відбивається у структурних парагенезисах, або остаточних структурних формах.

Залежно від масштабів розвиненості по латералі та вертикалі остаточні структурні форми (структури, дислокаційні утворення) прийнято поділяти на мега-, макро-, мезо- і мікроструктури. За характером внутрішньої організації та супідрядності (взаємопідпорядкованості) серед дислокаційних структур існує ієрархія, що дозволяє розділити їх на елементарні, прості, складні структури та дислокаційні комплекси.

Лінійно витягнуті області концентрованого розвитку парагенезисів остаточних структурних форм (як виразу тектонічної течії й відповідно дислокаційних перетворень гірських порід) є зонами розломів.

Зони розломів та структурні форми, що входять до їх складу (структури II-го та вищих порядків) подібні між собою, пов’язані визначеними елементами симетрії й просторовим положенням відносно головних регіональних напруг, також генетично. Відповідно прояв дислокаційних перетворень на макрорівні відображується на мікрорівні та навпаки.

Серед структур II-го та вищих порядків найбільш відомими є Y, R, T, S (C, Z), Θ, δ, та L-структури.

Y-структури паралельні осьовим площинам зон розломів (рис. 2).

R-структури розміщені під кутом сколювання до осі головного нормального напруження. На початкових стадіях деформації, це кут ~ 45º; з часом, у випадку зростання деформації відбувається їх обертання у напрямку здвигання і в кінцевому результаті дані структури можуть зайняти положення паралельне осі розтягування.

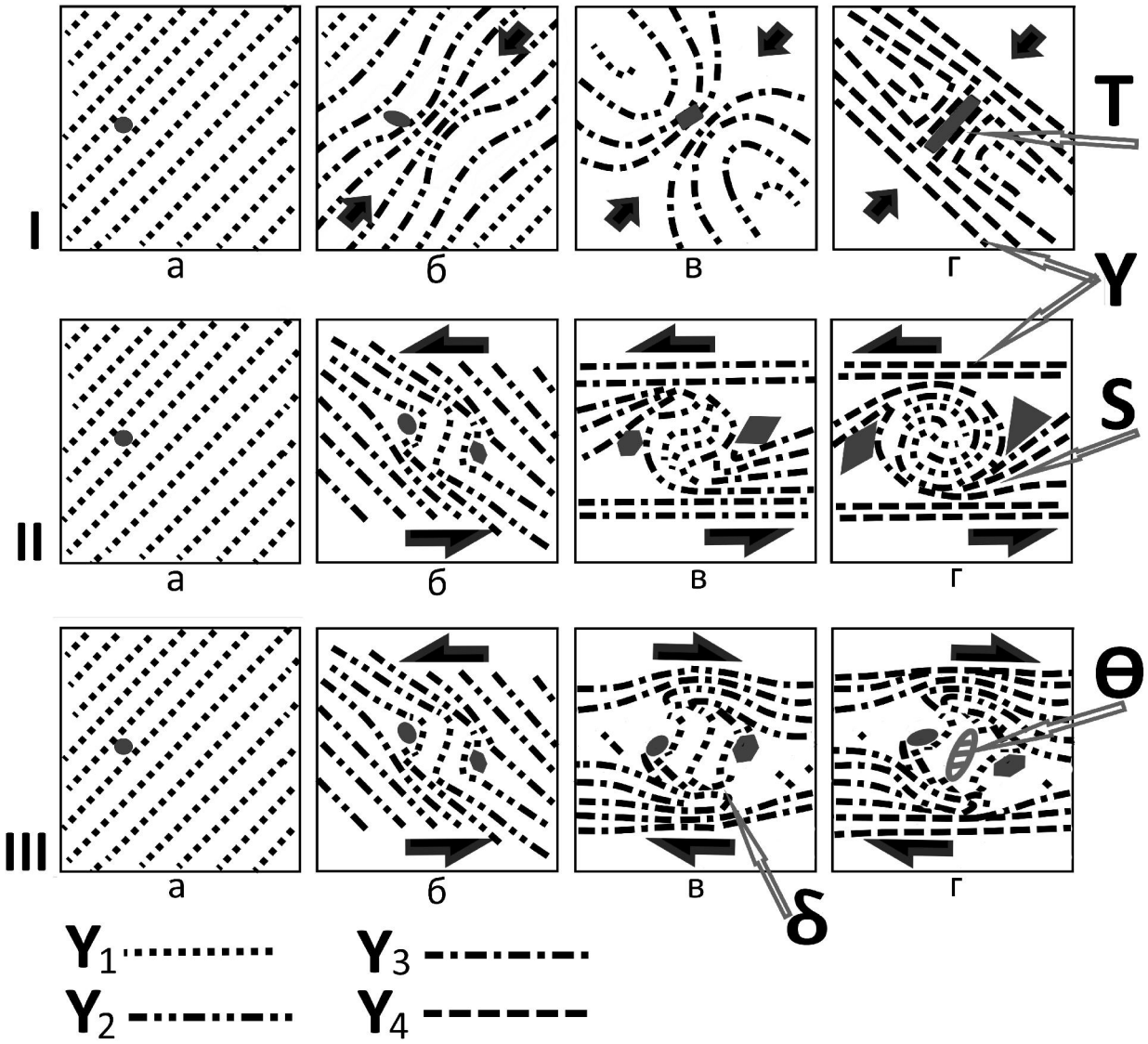


Рис. 2. Узагальнені схеми (I – III) формування найбільш поширених докембрійських дислокаційних структур. а – г – стадії деформаційного процесу. Y, T, S, Θ та δ – типи дислокаційних структур, формування яких обумовлено напрямками прикладення тектонічних сил (чорні стрілки). Y_{1-4} – генерації площинних структур. Сірі овали й багатокутники маркують приздвигові тіні тиску, до яких зазвичай приурочені підвищені рудні концентрації. За даними (Родыгин, 1991; Тохтуев, 1972; Паталаха, 1970; Стоянов, 1977; Слензак, 1984; Гинтов, 2005; Пржиялговский, Терехов, 1984; Hancock, 1985; Ramsay, Huber, 1987; Ottino, 1989; Passchier, Trouw, 1988).

T-структури – структури розтягу, перпендикулярні до осі розтягу (рис. 2).

S-структури – S-подібні вигини тріщин відриву (або ж S-подібно підвернуті древніші структури з синтектонічними новоутвореннями) формуються у межах здвигових зон, паралельно розтягуючим напруженням. Вважається, що вигини S-типу характерні для зон лівого здвигу, Z-тип вигинів виникають під час правоздвигової активізації.

δ-структури – δ (S)-подібно підвернуті древніші структури з синтектонічними хвостоподібними новоутвореннями формуються у межах розломних зон знакозмінного здвигання (рис. 2).

Θ-структури формуються у внутрішніх частинах геологічних тіл (будин,

масивів гранітоїдів, раніш утворених S-структур) в режимі здвигу/розтягу (Родыгин, 1991; Тохтуев, 1972; Паталаха, 1970; Стоянов, 1977; Слензак, 1984; Гинтов, 2005; Пржиялговский, Терехов, 1984; Hancock, 1985; Ramsay, Huber, 1987; Ottino, 1989; Passchier, Trouw, 1988).

L-структури – штрихи ковзання, лінії перетину площинних структур, подовжені мінеральні агрегати та інші геологічні тіла зі співвідношенням довгої осі до короткої (***a:c***) як 1/5-10 і більше; зазвичай орієнтовані у напрямку зміщення.

Розломи типізовано (Паталаха, Гарагаш, Лукієнко, 1991, 1994) за співвідношенням крихкої та в'язкої компоненти амплітуди зміщення, а також за морфологічними формами прояву, з урахуванням Р-Т факторів геологічного середовища. Крихкій компоненті амплітуди при цьому відповідає зміщення (ковзання) по одиничній поверхні сколювання, а в'язкій – зміщення, яке розсіюється по міріаді мікроповерхонь і реалізується як пластична (або близька до в'язкої) здвигова течія. Виділяють крихкий, крихко-в'язкий та в'язкі кліважні і сланцюваті розломи.

Неоднорідність розподілу тектонічних напруг створюють тектоно-геохімічні системи, в яких відбувається перерозподіл породоутворювальних та рудних компонентів з формуванням високих їх концентрацій (Тохтуев, 1972; Слензак, 1984; Егоров, 1994; Горяинов, 2006).

Цифри ізотопного віку за акцесорними мінералами, які є результатом тих же умов формування, що і породоутворювальні (Носырев и др., 1989; Балаганский, 2002; Легкова, 2006; Павлова, 2011; Лобач-Жученко и др., 2009, 2011) відображають моменти прояву тектонічних трансформацій в докембрії.

Розділ 2 «Геолого-структурний аналіз докембрійського структурного плану Українського щита у зв'язку з встановленням закономірностей розміщення рудних об'єктів» сформовано з шести підрозділів. На початку кожного з них приведено короткий огляд досягнень попередніх дослідників. Далі в кожному з підрозділів описано геолого-структурну організацію структур І-го порядку УЩ (одного мегаблоку, чи шовної зони й мегаблоку), опираючись на власні дані щодо такої організації окремих їх фрагментів також на дані виробничих звітів, геофізичних матеріалів й опублікованих робіт попередників.

В підрозділі 2.1 висвітлено будову Новоград-Волинської структури і її обрамлення та частини Кочерівської структури Волинського мегаблоку УЩ. Показано, що ці фрагменти мегаблоку, а відштовхуючись від принципу самоподібності геологічних структур (рис. 3), і увесь мегаблок є гібридними дислокаційними структурами, або результатом накладення та взаємодії багаторангових геологічних тіл (структур) семи генерацій. Всі вони є похідними здвигових трансформацій, між собою різняться напрямками й часом прикладення тектонічних сил, також інтенсивністю і Р-Т умовами реалізації (рис. 4, 5). Зокрема, структури перших п'яти генерацій є утвореними в діапазоні Р-Т умов геологічного середовища від амфіболітової фації метаморфізму до зеленосланцевої. На мікро-, мезорівнях організації, це смугастість, сланцюватість, структури розлінзування, будинажу, мінеральна лінійність; на макрорівні – в'язкі розломи.

За даними (Щербак и др., 2005, 2008; Шумлянський, 2012; Павлова, 2011) для

волинської частини УЩ відомі такі цифри ізотопного віку кристалічних порід: 3,2 2,7, 2,0 та 1,8 млрд років. З огляду на те, що досліджувані структури перших п’яти генерацій сформовані метаморфогенними мінералами й їх агрегатами, зазначені цифри віку вважаємо такими, що відповідають моментам прояву тектонічних трансформацій. Структури генерацій 6, 7 є постметаморфічними. Це крихкий кліваж, брекчії, тріщини, їх системи та крихкі розломи.

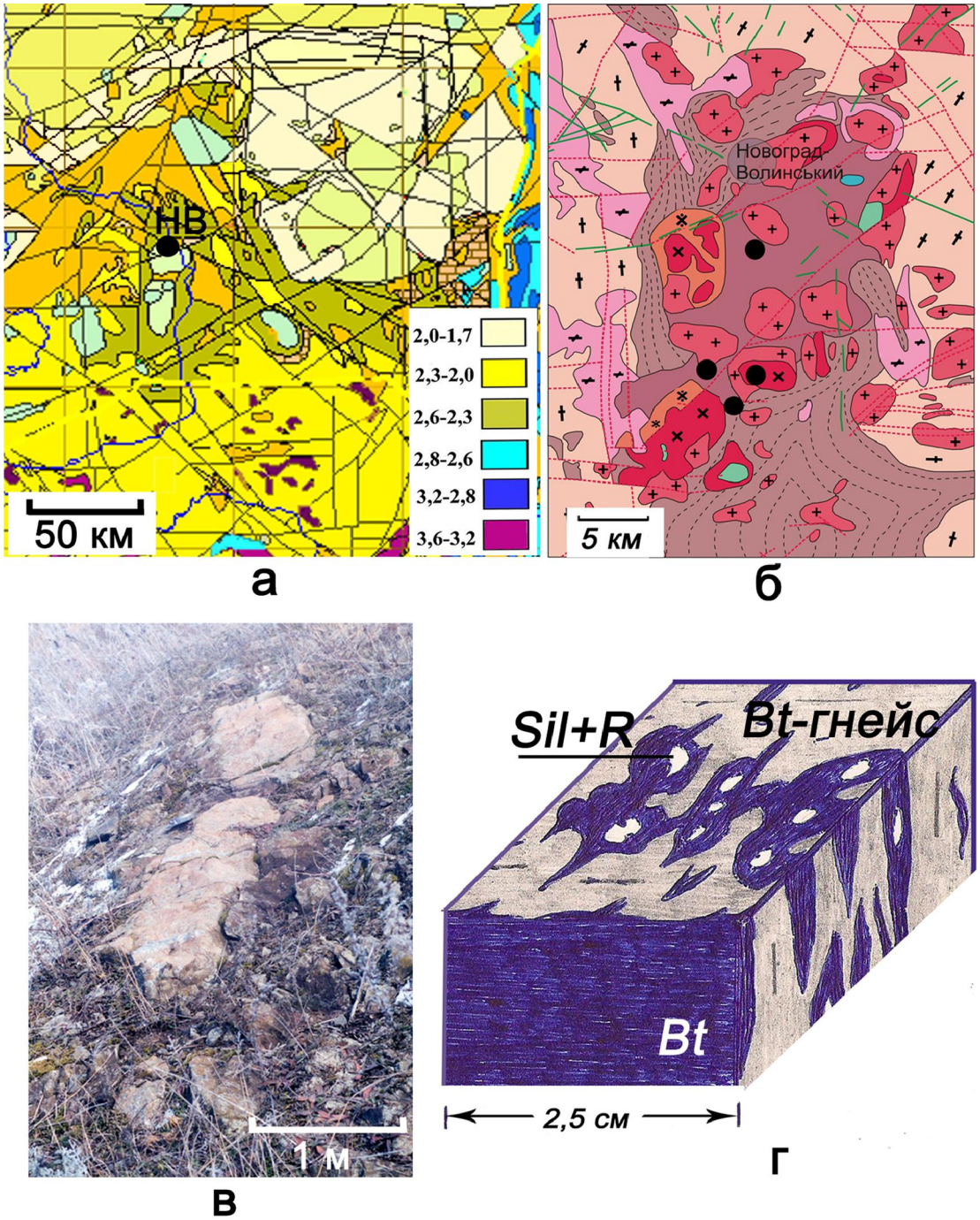


Рис. 3. Самоподібність Новоград-Волинського об’єкту від мега- (а) до мікрорівня (г) його структурно-речовинної організації; свідчить, що Новоград-Волинська “западина” не накладалась, а є результатом всеохоплюючих (таких, що відбувались одночасно на всіх ієрархічних рівнях) структурно-речовинних трансформацій субстрату. а – на основі (Кореляційна..., 2004), НВ – м. Новоград-Волинський; б – за даними (Паталаха М. и др., 2002 (чорні кружки – Au-U об'єкти); Звіт..., 2007); в – будинаж в центральній частині Новоград-Волинської структури; г – зарисовка сланцюватого матриксу будинаж-структур.

Рис. 4. Позамасштабна схематична модель формування структурного малюнку південно-західної частини Волинського мегаблоку УЩ. Вона є відповідною для всіх рівнів організації об'єкту. I – V – структурні малюнки відповідних етапів деформацій, перші чотири з них є основою і для подібних моделей інших мегаблоків УЩ. II – на час 3,2 млрд років, III – 2,8, IV – 2,0, V – 1,7 млрд років тому. 1, 2 – структури та рудні об'єкти етапів I, II; 3а – суттєво здвигові структури, 3б – супутні їм структури ротації етапу III; 4а – суттєво здвигові структури, 4б – супутні їм структури ротації і рудні об'єкти етапу IV; 5а – суттєво здвигові структури, 5б – супутня їм Новоград-Волинська структура й рудні об'єкти етапу V. 6 – напрямки здвигових переміщень (в сучасних координатах): а – субвертикальні, б – субгоризонтальні, в – по субкільцевим траєкторіям.

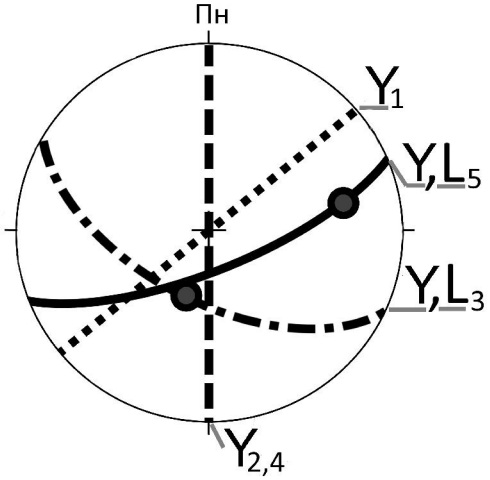


Рис. 5. Узагальнена проекція на верхню півсферу площинних (Y, напівкола) та лінійних (L, кружки) метаморфогенних дислокаційних утворень (смугастість, сланцюватість, мінеральна лінійність) на провідні 5 етапів становлення структурного малюнку Волинського мегаблоку УЩ. 1-5 – номер етапу.

Всі досліджувані структури, на всіх рівнях організації (від макро-, до мікрорівня) є ранжованими в геолого-динамічному відношенні. А саме,

сформованими лінійними й субкільцевими (овалоїдними) складовими, перші з яких відповідають утвореним за умом здвигу-стиснення, другі – здвигу-розтягу/ротації.

Остаточне оформлення фрагменту УЩ, що відповідає Новоград-Волинській структурі відбулося на четвертому етапі її становлення (для мегаблоку у цілому, це п’ятий етап, який ми прив'язуємо до часу 1,8 млрд років тому) завдяки розлінзуванню й будинажу давніших утворень в північно-східному напрямку з формуванням структурно-речовинних новоутворень (рис. 3-5).

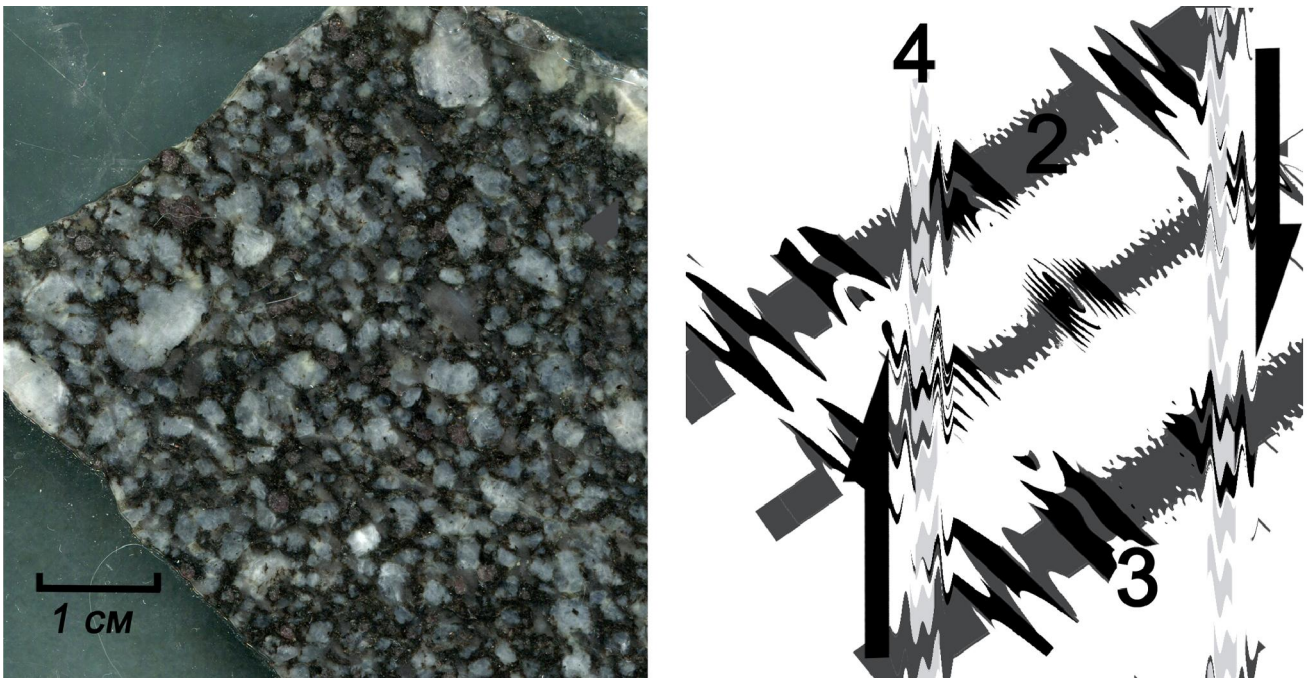
Отже, Новоград-Волинська структура – лінзо- будиноподібне в плані гібридне макротіло, що є одним із сегментів асоціації подібних макротіл Волинського мегаблоку УЩ. Вони розмежовані лінійними макроструктурами північно-західного й північно-східного простягань. Це Хмельниківська зона розломів, Тетерівський і Білокоровицький глибинні розломи, для Новоград-Волинської структури – фрагменти Центрального розлому, Случанського і Суємецько-Романівського (Паталаха М. и др., 2002).

Тектонічні трансформації, що реалізувалися після 1,8 млрд років тому суттєво не змінили сформованого на відзначену часову мітку структурного плану.

В підрозділі 2.2 висвітлено будову Літинської та Хмільникської структур Подільського блоку Дністровсько-Бузького мегаблоку УЩ. Показано, що Літинська структура – S-подібне в плані макротіло, яке є одним із овалоїдних складових ланцюжків подібних макротіл даного блоку. Вони розмежовані лінійними макроструктурами північно-західного й північно-східного простягань. Для Літинської структури такими обмеженнями є Хмільникська, Летичівська й інші зони розломів. За своєю будовою Літинська структура, це лійко- спіралеподібне макротіло з субвертикальною головною віссю, що сформоване декількома субкільцевими (С-подібними) тілами більш високого рангу. Хмільникська зона розломів (структура) – плитоподібне макротіло субвертикального падіння, яке складене з більш високорангових лінзо-, плитоподібних тіл строкатого складу.

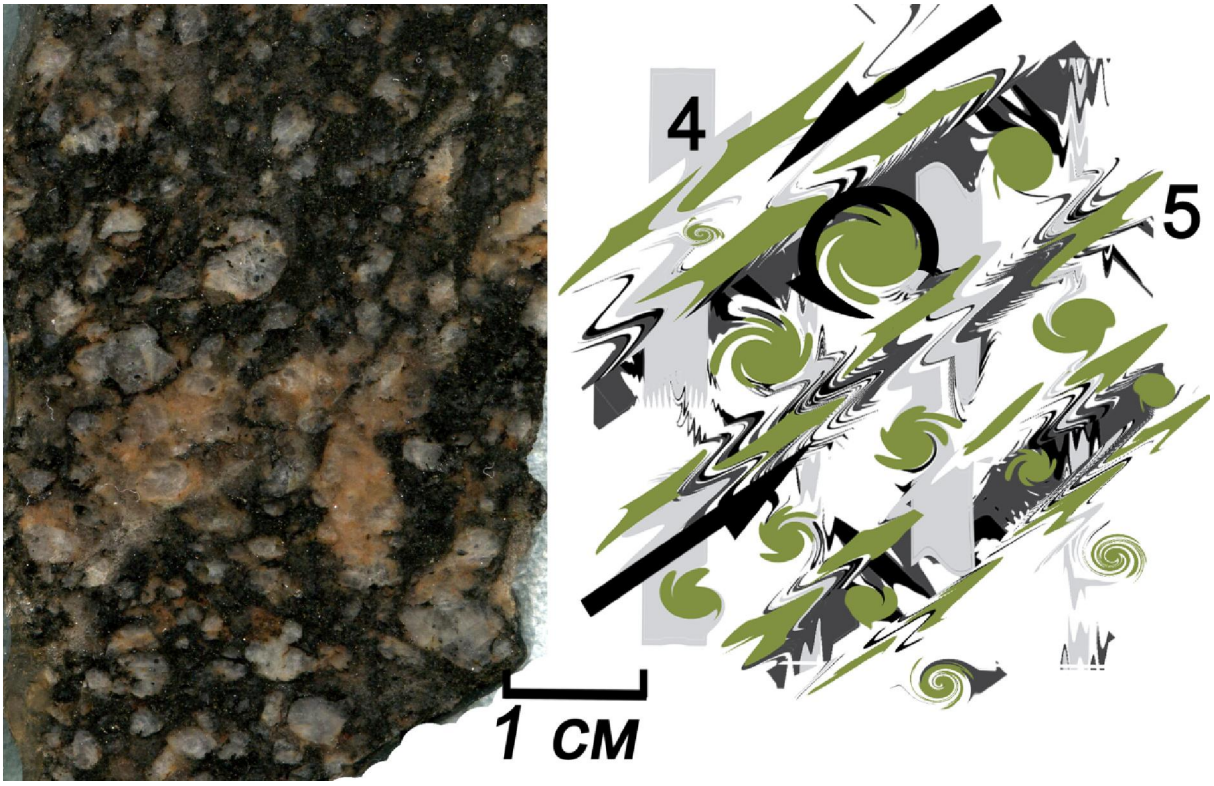
Будова відзначених тіл-складових Літинської й Хмільникської структур, в свою чергу, луската, обумовлена згідним перемежуванням речовинно строкатих та різновікових мезотіл. Вони речовинно є ендербітами, чарнокітами, гранітоїдами безрудними та рудовмісними, вік яких відомий в межах від 3,6 до 2,0 млрд років для Літинської структури та 2,8-1,9 – для Хмільникської (Степанюк, 2000; Щербак и др., 2005). Тобто, структурний узор території повністю корелюється зі складом порід, що його створюють, отже речовинна неоднорідність Літинської й Хмільникської структур є частиною єдиного процесу структуроутворення, а не передувала йому.

Внутрішня будова мезотіл представлена декількома генераціями мезо-, мікроструктур: розлінзування, смугастістю, сланцюватістю. Для різних порід вони проявлені в різній мірі. Такі структури різних генерацій відрізняються між собою просторовою орієнтацією, інтенсивністю прояву (густотою розповсюдження, ступенем розлінування й подовженості мінералів і їх агрегатів), мінеральним (хімічним) складом (Р-Т умовами формування), розмірністю зерен (рис. 6, 7). Кожна з наступних генерацій сланцюватостей перетинає кожну з попередніх та розвивається за рахунок її речовини. Про останнє свідчить неоднорідна, зональна будова мінеральних зерен, що формують сланцюватість та наявність реліктових



а б

Рис. 6. Смугастість та сланцюватість генерацій 2-4 (цифри на рис.) в гранітоїдах Хмільникської зони. Зразок орієнтований відносно сторін світу. а – фото в горизонтальній площині, поперечній до сланцюватості-3. б – узагальнююча зарисовка. Стрілочки – реставровані напрямки зміщення для смугастості/сланцюватості генерації-4.



а б

Рис. 7. Смугастість та сланцюватість генерацій-2–5 в гранітоїдах Хмільникської зони. а – фото, б – зарисовка. В прихвостових частинах мікроструктур ротації спостережено скупчення рудних мінералів. Стрілочки – напрямки зміщення для сланцюватості генерації-5. Інші позначення див. рис. 5. Це зображення фактично є мікромоделлю формування Подільського блоку й Літинської структури зокрема.

мінеральних асоціацій більш давніх сланцюватостей в кожній з наступних. На ділянках перетину й взаємодії сланцюватостей мають місце агрегати σ-, s- подібних форм. Кількість генерацій мезо-, мікроструктур (смугастість, сланцюватість) є відображенням багатостадійності формування досліджуваних об'єктів у супроводі зміни напрямків тектонічних напруг та Р-Т умов. В даному випадку – 5 стадій становлення досліджуваних об'єктів (рис. 4, 6–8). Окрім смугастості й сланцюватості фіксовані постметаморфічні структури – катаклаз, тріщини тощо.

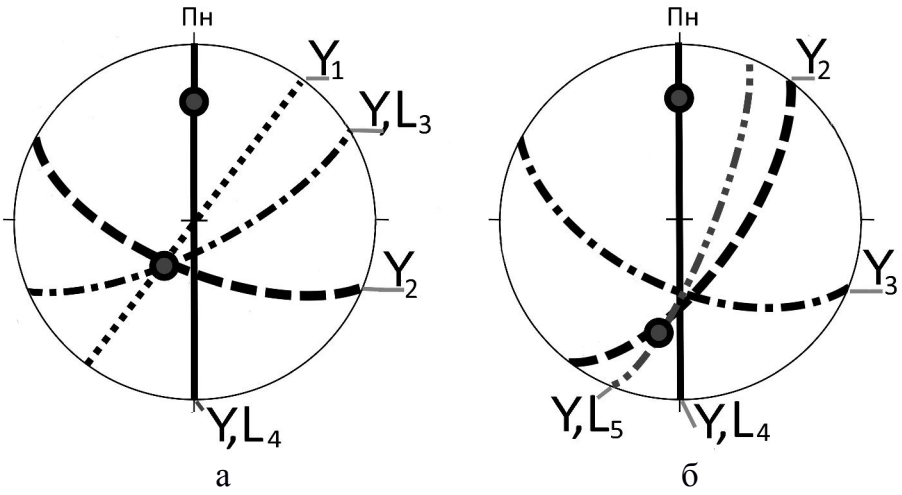


Рис. 8. Узагальнені проекції на верхню півсферу смугастості, сланцюватості (Y) й мінеральної лінійності (L) для Літинської куполоподібної (а) і Гніваньської (Хмільникської) лінійної структур (б). Інші позначення див. рис. 5.

Прояв мікроструктур для Літинської й Хмільникської структур дещо відмінний. Для Літинської така формула: $Y_1/Y_2L_2300/Y_3L_340/Y_4L_40$, для Хмільникської – $Y_240/Y_3L_3300/Y_4L_40/Y_5L_5$. Тобто, мікроструктури генерації-1 проявлені лише в Літинській структурі, мікроструктури генерації-4 розвинені однаково в Літинській й Хмільникській структурах, а мікроструктури генерації 2-3 Літинської повернуті відносно таких Хмільникської на 90º. Отже, овалоїдні тіла (купола, глиби) та лінійні (синкліналі) складові даної частини УЩ формувались синхронно в декілька етапів. На час формування мікроструктур генерації-4 відбулась ротація Літинської структури, відносно Хмільникської зони. Мікроструктури генерації-5 спостережені лише в Хмільникській структурі, тобто Літинська на даний момент не була або була незначно залучена до структурно-речовинних перетворень. Відзначене указує, що саме тектонічний імпульс на момент формування сланцюватості генерації-4 був провідним при формуванні петро-структурної організації досліджуваних об'єктів. Відповідно до (Горяйнов и др., 2003; Лобач-Жученко и др., 2011) структури генерації-2 ми прив'язуємо до часу 2,8 млрд років, генерації-3 – 2,4 млрд, генерації-4 – 2,0, генерації-5 – 1,8 млрд років тому. На останні із зазначених тектонічних імпульсів в межах Хмільникської структури переважали суттєво здвигові трансформації, що доводять відносно вищі значення Р-Т її наповнення, наскрізна лінійна будова структури, більш інтенсивний розвиток сланцюватості. В межах Літинської переважно були проявлені деформації здвигу/ротації, що підтверджують (окрім вище зазначеного) збережений при цьому більш основний склад і древніший вік наповнення.

Наявні факти свідчать, що досліджуваний фрагмент кристалічного фундаменту (Подільський блок) самоподібний на всіх рівнях організації, сформований лінійними й субкільцевими тілами-складовими, а отже увесь його об'єм неодноразово (що відбивається в кількості генерацій структур, цифр

ізотопного віку, породоутворювальних й акцесорних мінералів) був залучений до здвигових переміщень у супроводі речовинних перетворень. Р-Т параметри процесів відповідали умовам, при яких відбувались перекристалізація й перерозподіл речовини.

В підрозділі 2.3 висвітлено будову південно-західної частини Росинсько-Тікицького мегаблоку УЩ. Показано, що докембрійський структурний план даної частини УЩ перехресно-складчастий – представлений комбінацією послідовного перетинання геологічних тіл різного складу, віку й просторового розміщення: північно-східного (структури генерації-1), північно-західного (структури генерації-2) й субмеридіонального простягань (структури генерацій-4, 5) (рис. 9, 10), також структури генерації-6, які наслідують елементи залягання попередніх. При цьому, структури перших трьох генерацій, в той чи інший спосіб (вигин, розлінзування, перетин, закручування) підпорядковані структурам генерації-4 та -5.

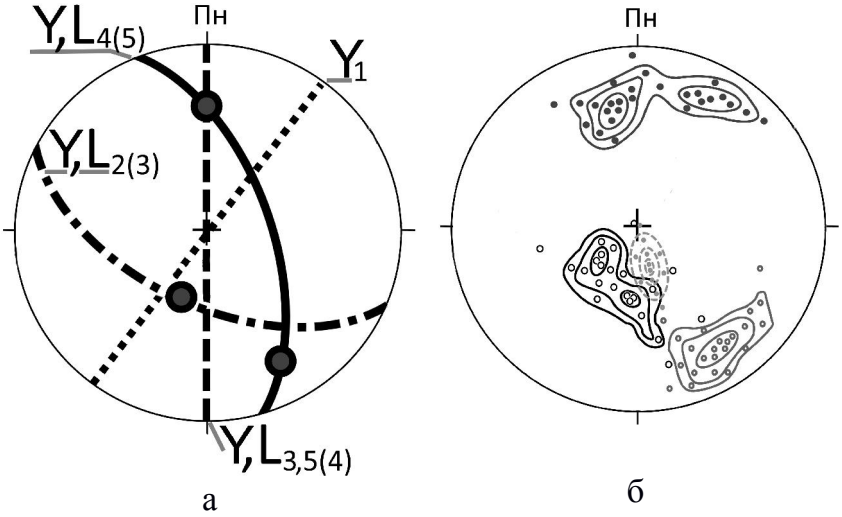


Рис. 9. Узагальнені проекції метаморфогенних дислокаційних утворень на провідні 5 етапів становлення структурного малюнку досліджуваних фрагментів Росинсько-Тікицького мегаблоку УЩ: а) площинних (Y) та лінійних (L). Індекси – генерації структур, в дужках – з урахуванням даних попередників; б) – мінеральна лінійність в ізолініях: 5, 10, 15 %.

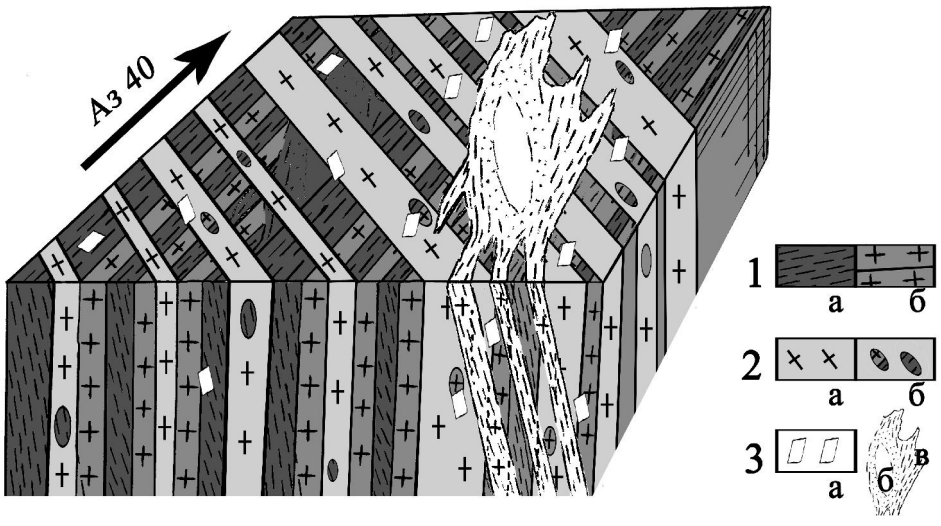


Рис. 10. Узагальнена зарисовка будови мезорівня фрагменту кристалічного фундаменту південно-західної частини Росинсько-Тікицького мегаблоку, яка відображає його будову і на макрорівні. 1 – дислокаційні структури генерації-1 складу: а – піроксенових гнейсів та кристалосланців, б – піроксенових гранітоїдів; 2 – структури генерації-2: а – складу діоритів-кварцевих діоритів, б – реліктові тіла; 3 – структури генерації-3 представлені: а – поодинокими порфіробластами калієвого польового шпату, б, в – новоутвореними тілами апліт-пегматоїдного складу, де б – ядерна частина крупно-гігантозернистої структури й масивної текстури, в – обрамлення ядра крупно-середньозернистої структури й директивної текстури, яке вже є результатом структуротворення етапу-4.

Така перехресно-складчаста будова формується завдяки неодноразовій і різноплановій компресії на досліджуваний фрагмент УЩ із зовні (Паталаха, 2006).

Тобто дана частина УЩ, а з врахуванням самоподібності структурних форм й увесь Росинсько-Тікицький мегаблок є гібридною дислокаційною структурою, що формувалася в декілька етапів структурно-речовинних трансформацій кристалічного фундаменту за суттєво здвигових деформацій при зміні напрямків тектонічних напружень з остаточним усталенням структурного плану за домінанти субмеридіонального простягання. Р-Т умови перших п'яти етапів деформацій відповідали значенням за яких відбувається перекристалізація й перерозподіл речовини (від гранулітової фації метаморфізму до зеленосланцевої); адже на мікро-, мезорівнях організації, структури цих етапів представлено смугастістю, сланцюватістю, розлінзуванням, будинажем, мінеральною лінійністю; на макрорівні – в'язкими розломами.

За даними (Щербак и др., 2005, 2008; Геолого..., 2009) для росинсько-тікицької частини УЩ відомі цифри ізотопного віку кристалічних порід в діапазоні від 3,6 до 1,9 млрд років. Так як, структури перших п'яти, із досліджуваних, генерацій сформовані агрегатами метаморфогенних мінералів, то зазначені цифри віку є такими, що відповідають моментам прояву структурно-речовинних перетворень. Структури генерації 6 є постметаморфічними. Це крихкий кліваж, брекчії, тріщини, їх системи та крихкі розломи.

Остаточно структурний малюнок даної частини УЩ оформився на 4-й етап структурно-речовинних перетворень кристалічного фундаменту (~1,8 млрд років тому), пізніші його трансформації значно не змінили сформованого на відзначену часову мітку структурного плану.

Досліджувані структури, на всіх рівнях організації (від макро-, до мікрорівня) сформовані лінійними й субкільцевими (овалоїдними) складовими. Перші з них відповідають утвореним за умом здвигу-стиснення, другі – здвигу-розтягу/ротації.

В підрозділі 2.4 охарактеризовано структурний ансамбль, до якого входять Інгульський мегаблок УЩ та суміжні шовні зони – Голованівська і Криворізько-Кременчуцька, як суттєво здвигову дислокаційну систему (Інгульську). Показано, що всі зазначені складові системи пройшли подібну структурно-метаморфогенну еволюцію, а саме – формувалися в декілька етапів структурних й речовинних перетворень кристалічного фундаменту за суттєво здвигових трансформацій (рис. 11). Нами виділено сім таких етапів, із залученням даних попередників (Горяйнов и др., 2004; Гинтов, 2004; Верховцев, 2008) їх відомо до 11. Шість із них реалізувались за Р-Т умов від гранулітової фації метаморфізму до зеленосланцевої (3,6 – 1,8 млрд років тому (Щербак и др., 2005, 2008; Кореляційна..., 2004)), інші – в режимі щита.

Остаточне становлення Інгульської дислокаційної системи відбулося на 5-6-й етапи (~2,0-1,8 млрд років тому) структурно-речовинних трансформацій докембрійського фундаменту, адже в сучасному структурному малюнку УЩ вона виражена геологічними тілами палеопротерозойського віку. Шовні зони та прилеглі до них частини мегаблоку (Братська, Приінгульська підзони), як лінійні складові дислокаційної системи, відповідають сформованим за умов переважно здвигу/стиснення. Кіровоградська та Західно-Інгулецька підзони, як складові

частини системи овалоїдних тіл відповідають сформованим за умов здвигу/розтягу-ротації. Тектонічні порушення, які розвивалися після 1,7 млрд років суттєво не вплинули на вже сформований до відзначеної часової мітки структурний план центральної частини УЩ, а лише підсилили його структурну та речовинну зональність.

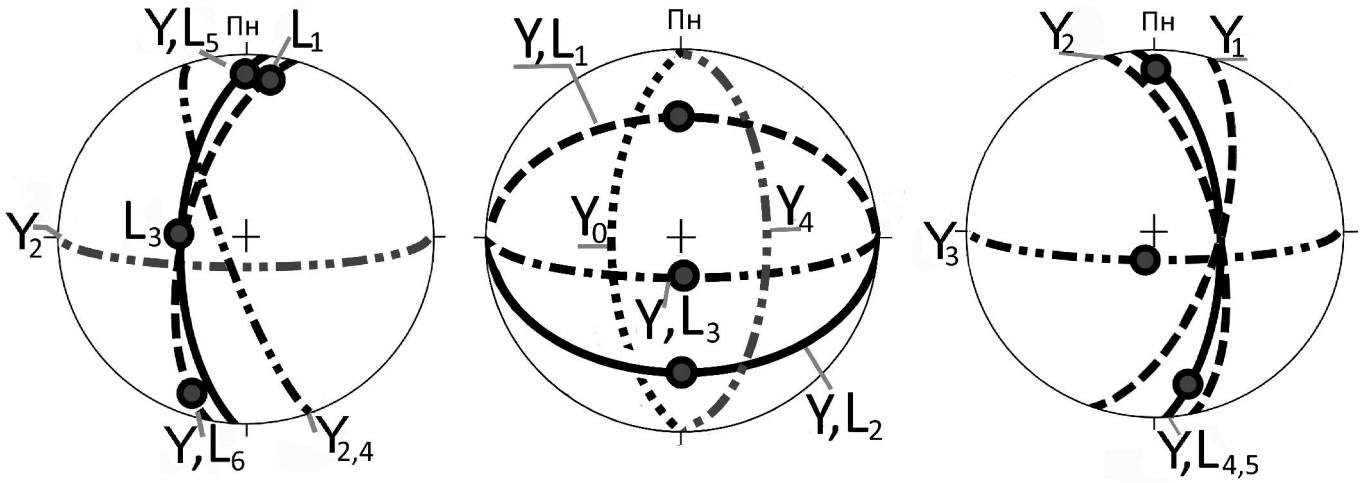


Рис. 11. Узагальнені проекції на верхню півсферу метаморфогенних дислокаційних утворень на провідні 5 етапів становлення структурного малюнку Голованівської (а) і Криворізько-Кременчуцької (в) шовних зон УЩ та Інгульського мегаблоку (б). Для ККШЗ за даними (Семененко та ін., 1981; Тохтуев, 1972; Занкевич, 1996). Умовні позначення див. вище.

В підрозділі 2.5 охарактеризовано структурний ансамбль, до якого входять Середньопридніпровський мегаблок УЩ та суміжні шовні зони – Криворізько-Кременчуцька та Оріхово-Павлоградська. Всі зазначені структури І-го рангу формувалися, як мінімум, за сім етапів дислокаційних перетворень кристалічної основи, остаточно оформилися на палеопротерозойський час (рис. 11-13). Становлення структурно-речовинних парагенезисів (розлінзування, смугастість, мінеральна лінійність) перших шести етапів відбувалося в умовах поступового зниження Р-Т параметрів геологічного середовища (від гранулітової до зеленосланцьової фації метаморфізму) при зміні напрямків тектонічних напруг. Пізніші структури є постметаморфічними, які підсилюють й ускладнюють палеопротерозойський структурний план.

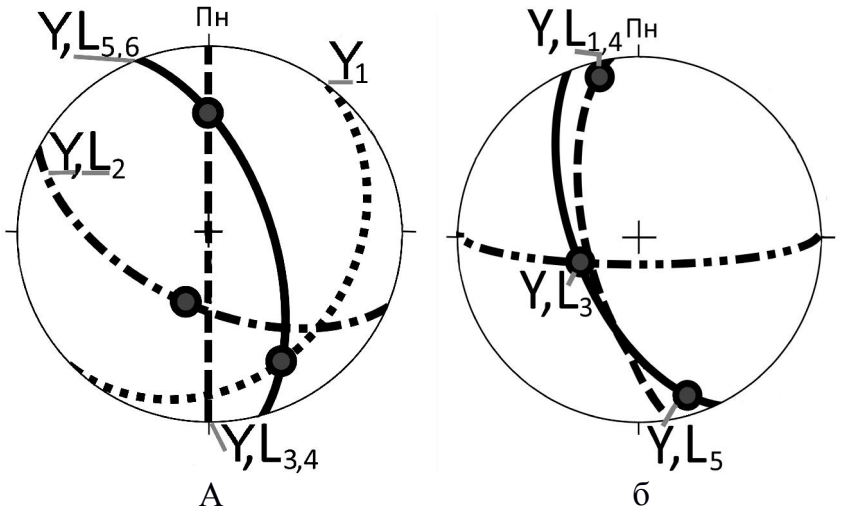


Рис. 12. Узагальнені проекції на верхню півсферу смугастості, сланцюватості, мінеральної лінійності на провідні 5 етапів становлення структурного малюнку Середньопридніпровського мегаблоку (а) УЩ та Оріхово-Павлоградської шовної зони (б). Умовні позначення див. вище.

Тобто, Середньопридніпровський мегаблок та Оріхово-Павлоградська шовна зона (як і інші мегаблоки й шовні зони) зазнали тотожної тектоно-метаморфогенної еволюції в декілька етапів структурних й речовинних перетворень кристалічного фундаменту. При цьому, на палеопротерозойський час в межах мегаблоку переважали умови здвигу-розтягу/ротації, в межах шовних зон – здвигу-стиснення. Завдяки таким трансформаціям допротерозойські утворення залучені (зазнали переорієнтації, ротації) до палеопротерозойської субмеридіональної лінеаризації.

Отже, структурний ансамбль, до якого входять Середньопридніпровський мегаблок УЩ та суміжні шовні зони є суттєво здвиговою дислокаційною системою (Придніпровською). Система ранжована – сформована зі складових, що відрізняються одна від іншої геолого-динамічними умовами становлення. Це підзони лінійних та овалоїдних тіл, які, в свою чергу, структурно зональні й сформовані більш високоранговими подібними геологічними тілами.

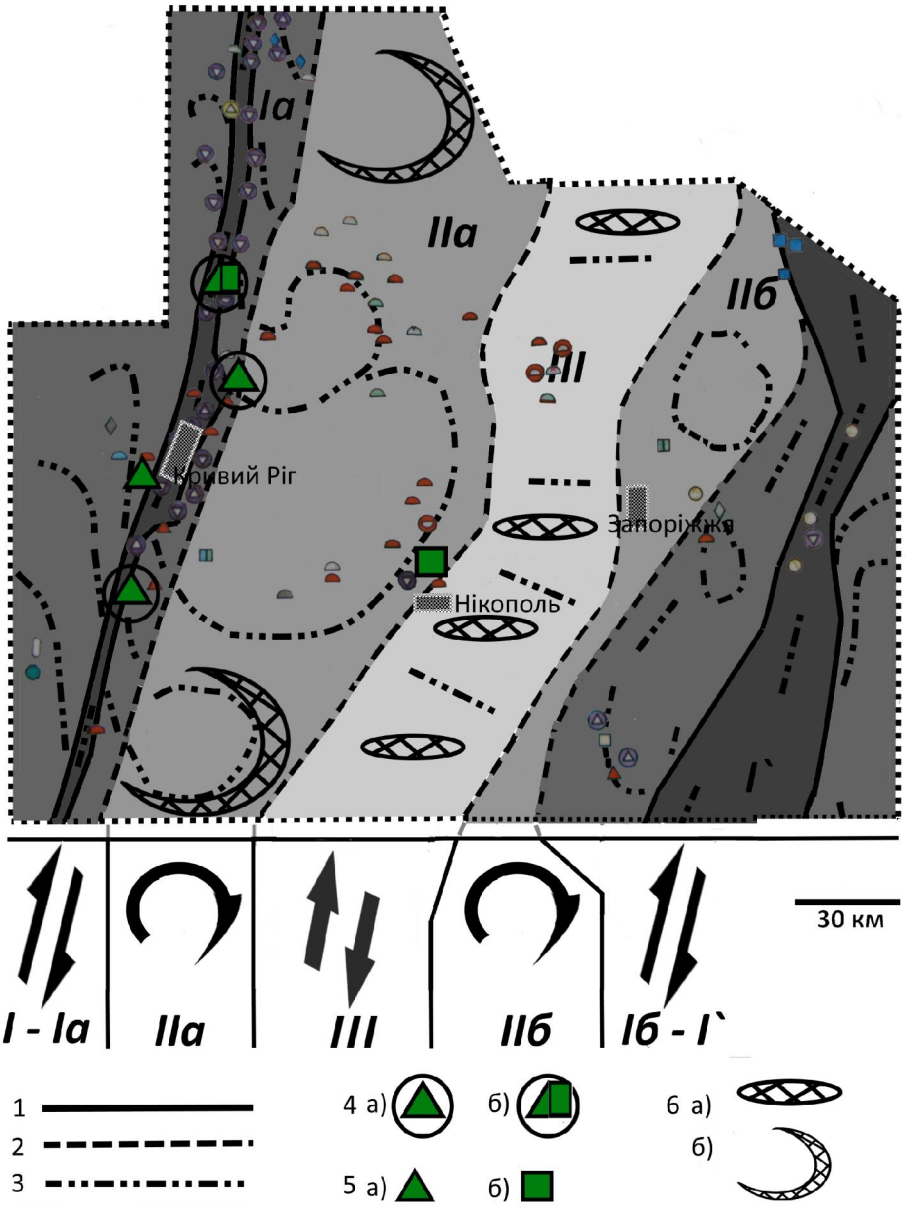


Рис. 13. Модель створення рудоперспективних структур макрорівня на палеопротерозойський час середньопридніпровської частини УЩ. Моделі древніших етапів відповідають дислокаційним утворенням етапів I – III на рис. 4. Відтінками відображено відносні ступіні структурно-речовинних перетворень субстрату: темно-сірі – найбільші, світло-сірі – найменші. 1 – межі епіцентрів лінеаризації; 2 – межі підзон-складових дислокаційної системи; 3 – генералізовані лінії простягання геологічних тіл; 4 – родовища урану (а), комплексні рідкісноземельно-уран-торієві (б); 5 – рудопрояви урану (а), рідкісноземельно-торієве Чортомлицьке (б); 6 – принципові структурні комірки прогнозованих рудоперспективних площ в позиціях: а – Т-структур, б – S-структур. Умовні позначення інших корисних копалин за (Металогенічна…, 2002). Під рисунком – реставровані напрямки зміщення (в сучасних координатах) на нижньопротерозойський час. Прямі односторонні стрілки – при дії сил здвигу-стиснення, двосторонні – здвигу/розтягу, округлі – здвигу/прокручування.

Лінійні складові дислокаційної системи, це відзначені шовні зони (I, I` на рис. 13) й суміжні з ними частини мегаблоку (підзони моноклінальних структур, Іа, б), які несуть ознаки утворених за умов здвигу/стиснення. Між собою вони різняться (шовні зони та підзони моноклінальних структур) ступенем структурно-речовинних трансформацій фундаменту, для перших він вищий. Також до лінійних складових системи віднесена осьова частина мегаблоку (III на рис. 13), але від перших вона відрізняється тим, що сформована за умов здвигу/розтягу на палеопротерозойський час.

Підзони субкільцевих (овалоїдних) тіл (II а, б) Придніпровської дислокаційної системи складені Саксаганським, Південним, Славгородським й іншими субкільцевими макротілами (граніто-гнейсовими куполами); вони мають ознаки сформованих за умов здвигу/розтягу-ротації на нижньопротерозойський час (рис. 13).

В підрозділі 2.6 відображено Західноприазовський блок, Оріхово-Павлоградську та Мангуську шовні зони, як цілісну суттєво здвигову дислокаційну систему (Приазовську). Вона формувалася в декілька етапів структурно-речовинних перетворень кристалічного фундаменту (рис. 14), остаточно була оформлена в нижньопротерозойський час. Пізніші тектонічні активізації не призвели до суттєвих змін усталеного на зазначений час структурного плану. Приазовська дислокаційна система сформована зі складових (підзон) лінійних та овалоїдних тіл, які є структурно зональними й складеними подібними геологічними тілами декількох більш високих рангів та генерацій.

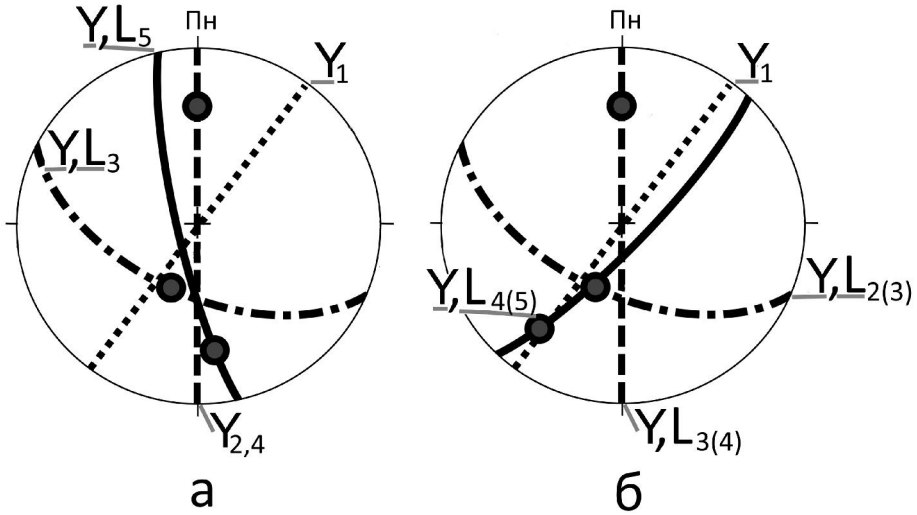


Рис. 14. Узагальнені проекції на верхню півсферу метаморфогенних дислокаційних утворень на провідні 5 етапів становлення структурного малюнку Західноприазовського блоку і Мангуської зони (а) та Східноприазовського блоку (б). Нижні індекси – генерації структур, в дужках для Східноприазовського блоку при порівнянні з Західноприазовським. Інші умовні позначки див. вище.

Також в даному підрозділі на прикладі окремих фрагментів Східноприазовського блоку (в межах Кальміус-Єланчикського, Південно-Кальчицького (Володарський+Кременівський), Анадольского й Октябрського масивів та комплексів їх обрамлення) показано, що ця частина УЩ сформована різновіковими дислокаційними структурами декількох генерацій. Встановлено п’ять таких генерацій, які є похідними здвигових деформацій. Структури, кожної з наступних генерацій розвиваються за рахунок речовини кожної з попередніх. Вони різняться одна від іншої елементами залягання (як смугастості так і лінійності),

морфологією, Р-Т умовами формування та ступенями перетворень давнішніх утворень. Структури першої генерації на мезорівні представлені смугастістю вторинного розшарування північно-східного простягання; другої і третьої – гранітизаційною смугастістю й розлінзуванням північно-західного й субмеридіонального простягань відповідно; четвертої – порфіробластичною сланцюватістю північно-східного простягання. Становлення Кальміус-Єланчикського, Південно-Кальчицького й Анадольского масивів відбулося на четвертому (~ 1,8 млрд років тому) із визначених нами етапів дислокаційних перетворень субстрату, завдяки синздвигового калійшпатового (для Октябрьського масиву нефелінового) порфіробластезу первинних порід. За (Кореляційна…, 2004) формування зазначених масивів пов’язується з двома дискретними у часі фазами тектоно-магматичної активізації Приазовського мегаблоку: 2,15–2,05 і 1,85–1,7 млрд років тому. В цілому ж Східноприазовський блок УЩ є структурою перетину та взаємодії різновікових зон в’язких розломів, в якій найбільш тотально проявлені структурно-речовинні новоутворення (меланж за Горяйнов и др., 2009) палеопротерозою.

Розділ 3 «Петро-структурна організація U-Th вмісних структур Українського щита у зв'язку з встановленням закономірностей їх будови та прогнозу локалізації нових подібних об’єктів» сформовано з шести підрозділів, в кожному з яких систематизовані геолого-структурні ознаки одного (або двох) U-Th-перспективного об'єкту у відповідності до принципу ієрархічності геологічних структур, розпочинаючи з макрорівня його структурно-речовинної організації, закінчуючи мікрорівнем. На основі такої систематизації зроблено висновки щодо геолого-структурних закономірностей будови й тектонічної позиції U-Th- рудних об'єктів в межах того чи іншого мегаблоку УЩ та даний прогноз місцезнаходження нових подібних таких об'єктів. На початку кожного з підрозділів надано короткий огляд досягнень попередників.

У *підрозділі 3.1* охарактеризовано Новоград-Волинську структуру й приурочені до неї U-вмісні геологічні тіла в послідовності від макро-, до мікрорівня петро-структурної організації об’єкту. На макрорівні U-вмісні геологічні тіла приурочені до приздвигових структур генерації-4 (5), а саме – міжбудинних (Т-структур) й внутрішньобудинних (Ѳ-структур) (рис. 3, 4, 15) та прокручування (S-, δ-структур). На мезорівні U-вмісні геологічні тіла мають однакові елементи залягання з вмісними. На мікрорівні вони також займають Т, Ѳ, S-структурні позиції (рис. 3). Тобто рудні об’єкти всіх рівнів організації є закономірними складовими структурних малюнків відповідного рангу.

Подібним чином систематизовано факти, за даними попередників, щодо петро-структурної організації Коростенського плутону. При узагальненні зазначених фактів слідує наступне. Будова плутону високоупорядкована, адже всі його структурні й речовинні елементи від макро- до мікрорівня організації взаємоузгоджені. А саме, геологічні тіла ІІ та ІІІ рангів, маючи подібні елементи залягання й закономірно поєднуючись, створюють макротіло І рангу (власне плутон). Структури ІІІ рангу – смугастість, сланцюватість та лінійність утворені односистемним розміщенням породоутворювальних й акцесорних мінералів. Тобто

структурна й речовинна зональність об'єкту формувались взаємопов'язано. Мінеральний й хімічний склади таких утворень, від найдревніших до наймолодших, якісно та кількісно закономірно еволюціонують, в тому числі і вмісти U й Th (Перспективи..., 2017). Означена тотальна структурно-речовинна взаємоузгодженість від макро- до мікрорівня Коростенського об'єкту є можливою за всеохоплюючих здвигових трансформацій кристалічного фундаменту у супроводі розосередження та прокручування окремих його складових у P-T умовах перекристалізації речовини. U-, Th- вмісні тіла є закономірними складовими палеопротерозойського структурного малюнку даної частини УЩ й займають в ньому S-структурні позиції. Останні формуються на ділянках розущільнення при розосередженні порід фундаменту завдяки вихревидному їх скручуванню між здвиговими зонами.

Показано, що для Волинського мегаблоку в цілому вміст U й Th- збільшується від найбільш древніх (із відомих) вмісних (як гранітоїдів так і супракрустальних) до наймолодших (рис. 16).

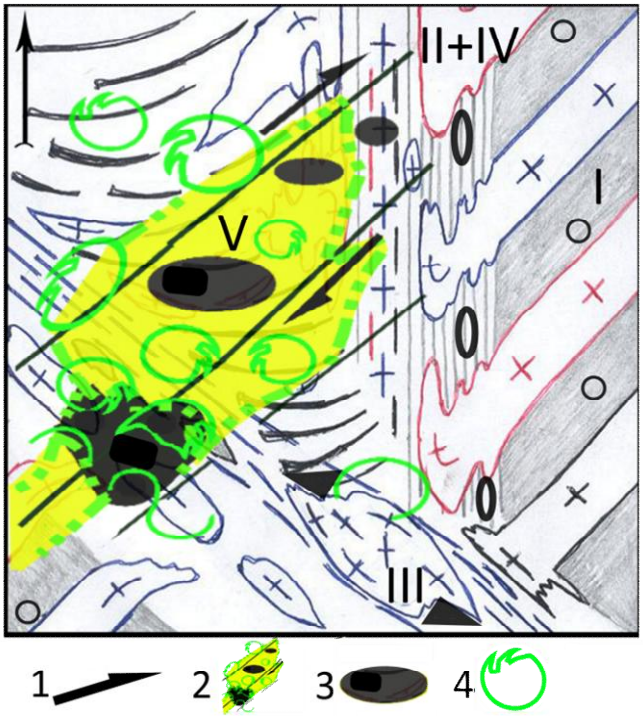


Рис. 15. Узагальнена позамасштабна модель Новоград-Волинської структури й рудних об'єктів в її межах. I-V – номера етапів та відповідні їм дислокаційні утворення. 1 – провідні здвигові напрямки на IV-й етап; 2 – 4 синздвигові новоутворення: 2 – структура розлінзування – Новоград-Волинська, 3 – T- і Ѳ-структури (тіні тиску й Au-U об'єкти (за Паталаха М. и др., 2002)), 4 – S-структури (ротації).

Все зазначене: становлення структурного плану західної частини кристалічного фундаменту в декілька етапів структурно-речовинних трансформацій у здвигових умовах при високих значеннях P-T геологічного середовища за його тотального залучення; формування Новоград-Волинської й Коростенської структур, як закономірних складових докембрійського гібридного структурного плану щонайменше за чотири етапи структурно-речовинних трансформації субстрату в P-T умовах від амфіболітової фації до зеленосланцевої; розміщення U-, й Th- вмісних тіл в закономірних структурних комірках; збільшення вмісту U і Th з кожним таким етапом свідчить про наступне. Утворення U- й Th-рудних тіл Волинської частини УЩ відбулося за тих же умов, що і вмісних – в декілька етапів структурно-речовинних трансформацій докембрійського фундаменту, а отже вони є тектоно-метаморфічними утвореннями. Тобто рудна речовина вилучалась з порід

кристалічної основи, перетворювалась разом з нерудними компонентами, переміщувалась, та набувала нових речовинних і просторових форм, пристосовуючись до відповідних Р-Т й кінематичних умов, провокованих тектонічними імпульсами, яких відомо не менше семи.

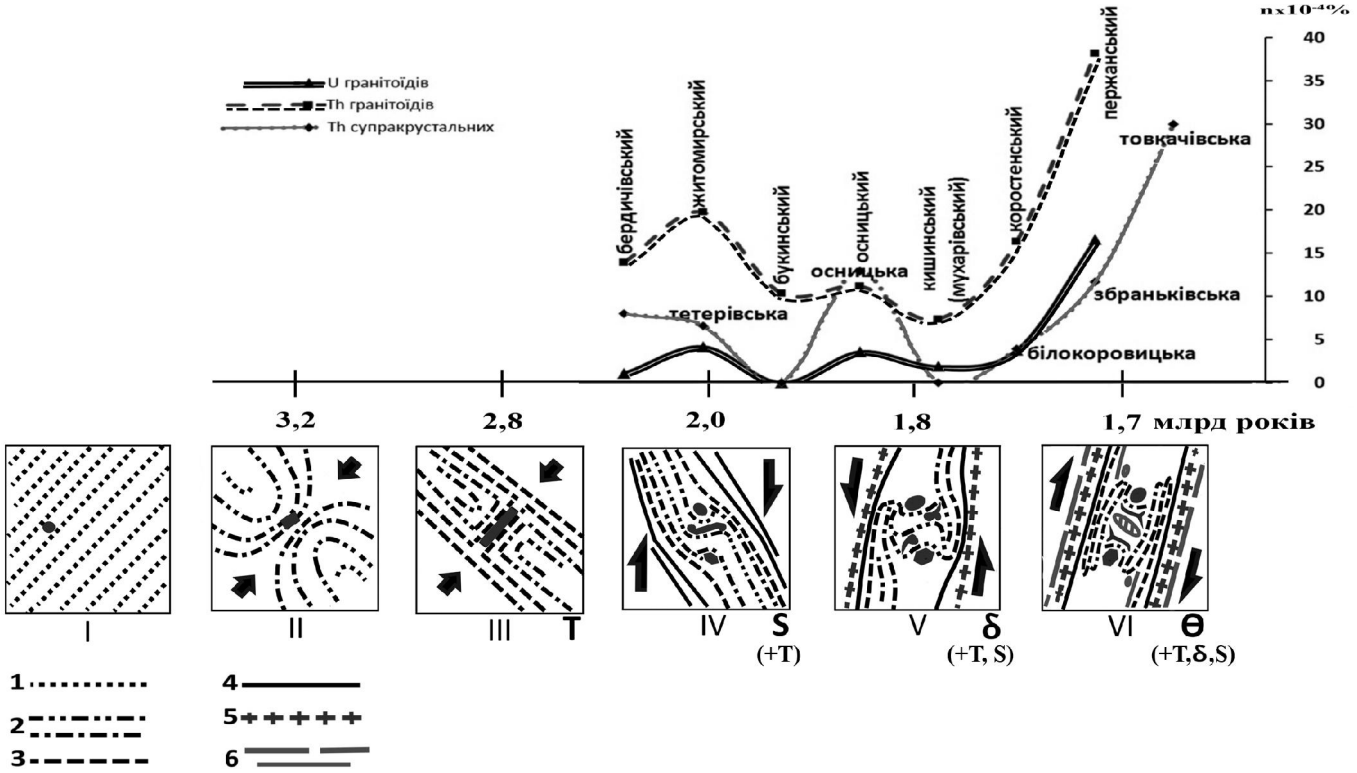


Рис. 16. Зміна вмісту U, Th в гранітоїдах та супракрустальних утвореннях Волинського мегаблоку УЩ (за (Звіт…, 2015)) відповідно до їх віку та етапу структурно-речовинних перетворень. Останні та становлення при цьому рудоперспективних структур показані в нижньому ряді. 1 – 6 площинні структури, що утворені на відповідних етапах розвитку структурного плану. T, S, δ та Θ – типи рудоперспективних структур. Сірі багатокутники, овали та каплеподібні фігури – власне рудні тіла. Над графіками – назви комплексів та світ.

В *підрозділі 3.2* охарактеризовані U, Th-рудні об’єкти Дністровсько-Бузького мегаблоку, зокрема ті, що приурочені до Літинської структури. Показано, що для мегаблоку в цілому вміст зазначених компонентів збільшується від найбільш древніх (із відомих) гранітоїдів до наймолодших.

Відображено, що рудні об’єкти всіх рівнів організації Подільського блоку самоподібні між собою та є закономірними складовими докембрійських структурних малюнків – містяться в приздвигових тінях тиску (рис. 7, 17). Отже, становлення U-, Th-рудних тіл відбулося синхронно з вмісними – завдяки неодноразовим проявам трансформацій здвигу та ротації в докембрійський час в супроводі перерозподілу речовини. Опираючись на все зазначене прогнозовано інші подібні рудоперспективні структурні позиції (рис. 17). Це складові частини докембрійського структурного плану, де на час його остаточного становлення (палеопротерозой) панували умови відносно понижених деформаційних тисків – тіні тиску. Такими є, головним чином, прихвостові та внутрішні частини овалоїдних (вихрових) структур. Зазначені сегменти є невід’ємною частиною суттєво здвигових парагенезисів протерозойського структурного плану макрорівня.

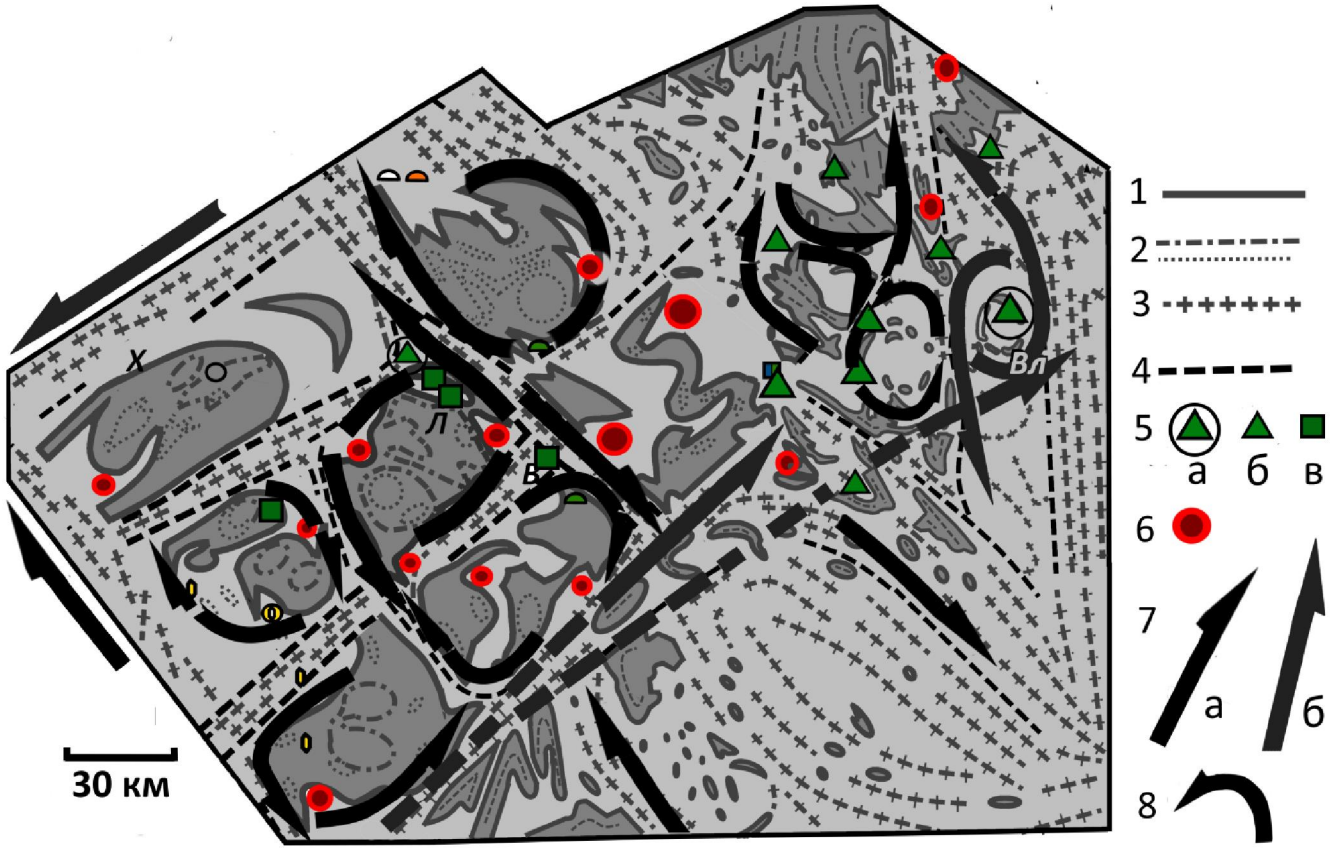


Рис. 17. Модель становлення Подільського блоку та західної частини Росинсько-Тікицького мегаблоку УЩ на 4-5-й етапи структурно-речовинних перетворень кристалічного фундаменту. На основі (Геологическая..., 1983) з доповненнями автора та залученням даних (Металогенічна..., 2002; Державна…, 2004). Древніші структури відповідають утворенням етапів I – III на рис. 4. 1 – контури субкільцевих структур, проведені за границями розповсюдження переважно супракрустальних утворень архейського віку; 2 – контури тіл-складових субкільцевих структур; 3 – генералізоване зображення текстурних неоднорідностей (смугастості, сланцюватості) лінійних макроструктур переважно гранітоїдного складу палеопротерозойського віку; 4 – обмеження лінійних макроструктур; 5 – уранові родовища (а) та рудопрояви (б), комплексні рудопрояви рідкісноземельно торійвмісні (в). Позначення інших корисних копалин за (Металогенічна..., 2002); 6 – тіні тиску прихвостових частин субкільцевих структур, як перспективні для місцезнаходження значимих концентрацій рудних елементів; 7, 8 – провідні напрямки зміщення на палеопротерозойський час (а) та палео-мезопротерозойський (б), 8 – супутні їм зміщення по субкільцевим траєкторіям. В – Вінниця, Л – Літин, Х – Хмельницький, Вл – Володарка.

А саме, є супутніми утвореннями до власне структур здвигу та формуються завдяки перерозподілу породоутворювальних й рудних елементів в умовах нерівномірного розподілу деформаційних тисків при здвигових трансформаціях в декілька тектонічних імпульсів. Прихвостові сегменти виникають в приторцевих ділянках вихрових (куполоподібних) структур, які є захищеними від знакозмінних деформацій здвигу/стиснення, за (Паталаха, 1970; Слензак, 1983, 1984; Родыгин, 1991; Викулин, 2009). Внутрішньокільцеві сегменти здвигових парагенезисів формуються на ділянках розущільнення осьових частин куполоподібних (овалоїдних) структур при їх розосередженні у супроводі вихревидного скручування товщ між здвиговими площинами (Слензак, 1983, 1984; Родыгин, 1991; Пржиялговский, Терехов, 1984; Passchier, Trouw, 1988).

У *підрозділі 3.3* детально розглянуто петро-структурну організацію Володарської структури, зроблено висновок, що вона є високоупорядкованою макроструктурою розлінзування/ротації. Про останнє свідчать такі дані: Володарська структура є одним із сегментів субмеридіонального ланцюжка подібних субкільцевих макротіл (рис. 17), їх конфігурація й просторове розміщення підпорядковані лінійним (плитоподібним) тілам. Останні є результатом здвигових трансформацій, що найменше п'ятого етапу структурно-речовинних перетворень кристалічного фундаменту (їх речовина датована палеопротерозоєм (Щербак и др., 2005, 2008; Геолого..., 2009)). Морфологія й елементи залягання U, Th-вмісних складчастих форм мезорівня підпорядковані таким атрибутам Володарського субкільцевого макротіла. Зазначені мезотіла сформовані смугастістю й сланцюватістю, які повністю конформні першим.

Показано, що для Росинсько-Тікицького мегаблоку в цілому вміст U, Th збільшується від найбільш древніх (із відомих) гранітоїдів до наймолодших.

Окреслена досконала будова й всепроникна кореляція атрибутів досліджуваного об'єкта вказують на сумісне й взаємозалежне формування і розвиток речовини та її морфологічного вияву (структур).

Всі систематизовані факти свідчать, що формування U-, Th-рудних тіл та вмісних відбувалося подібно – в декілька етапів структурних й речовинних перетворень докембрійської основи. Тому рудні об’єкти всіх рівнів організації є закономірними складовими структурних малюнків відповідних рангів – містяться в приздвигових тінях тиску. Найбільш перспективні U-, Th- вмісні тіла маркують Т-, S- та δ -структурні позиції в палеопротерозойському структурному плані (рис. 17).

S- (δ) -структури формуються між здвиговими площинами завдяки вихровидному скручуванню товщ, Т – створюються шляхом заповнення простору при розтягу/роз’єднанні тіл, що супроводжує деформації здвигу (Тохтуев, 1972; Слензак, 1984; Passchier, Trouw, 1988; Родыгин, 1991; Викулин, 2009). За встановленими ознаками нами прогнозовані рудоперспективні тектонічні позиції (рис. 17).

В *підрозділі 3.4* описано будову Новоукраїнського масиву гранітоїдів, як вміщуючого U-, Th- рудопрояви. Також систематизовані дані щодо Савранського U-рудопрояву ГШЗ та Жовторіченського ККШЗ. Показано, що Новоукраїнський й інші U-, Th- вмісні масиви є гібридними, ієрархічними, високоупорядкованими дислокаційними структурами, які формувалися в декілька тектонічних імпульсів, шляхом структурних й речовинних перетворень первинного субстрату. Адже масиви гранітоїдів центральної частини УЩ, сформовано геологічними тілами декількох більш високих рангів та генерацій. На кожному з рівнів (від макро-, до мікрорівня організації об’єкту) ці тіла відтворюють приздвигові структурні малюнки, рудні тіла їм конформні. Зокрема, внутрішня будова гранітоїдів та альбітитів Апрелівського U-родовища (північна частина Новоукраїнського масиву) неоднорідна, представлена смугастістю, декількома генераціями сланцюватостей, кліважем тощо. Всі генерації таких мікроструктур проявлені в усіх зазначених різновидах порід, але для кожного з них та чи інша їх генерація розвинута з різною інтенсивністю (рис. 18).

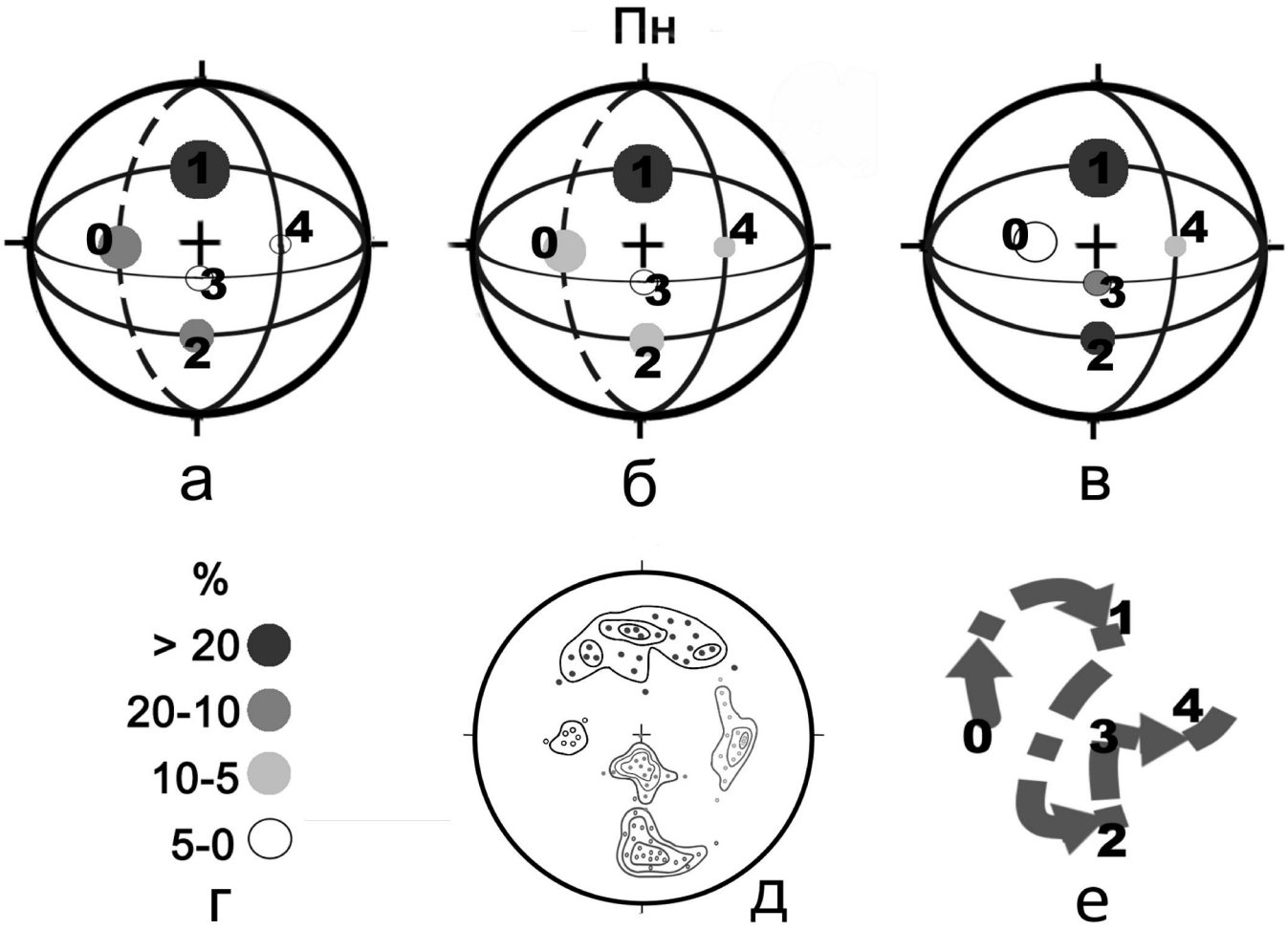


Рис. 18. Узагальнені проекції на верхню півсферу метаморфогенних структурних елементів (сланцюватості та мінеральної лінійності) для геологічних тіл Апрелівського U-родовища складу: а) гранітів, б) альбітитів безрудних, в) альбітитів рудних, г) шкала інтенсивності прояву; д) – мінеральна лінійність в ізолініях для всіх зазначених різновидів порід: 5, 10, 15 %; е – проекція траєкторії міграції в просторі/часі генерацій мінеральної лінійності (цифри: 0 – 4) та відповідно напрямів розтягу. Інші позначення див. вище.

Генерації сланцюватостей відрізняються одна від одної просторовим розміщенням, інтенсивністю прояву, мінеральним складом, розмірністю зерен, ступенем їх подовженості, також наповненістю й параметрами рудних мінералів. Однакова кількість генерацій сланцюватостей та їх тотожні просторові міграції для всіх досліджуваних тіл (гранітоїдів та альбітитів рудних й безрудних), також морфологія Апрелівського U- (Th-?) рудного тіла, в першому наближенні, тетраедроподібна (проекції граней тетраедра співпадають з проекціями сланцюватостей) свідчать про наступне. Становлення Апрелівського тетраедроподібного рудного тіла, мезотіл, що його складають (гранітоїдів та альбітитів) та структур розсланцювання відбувалося взаємозалежно, імпульсно, в декілька етапів структурно-речовинних перетворень субстрату при зміні напрямків тектонічних напруг в P-T умовах за яких можлива перекристалізація. Отже, гранітоїди та альбітити рудні й безрудні пройшли однакову структурно-метаморфогенну еволюцію, кожен із тектонічних імпульсів (які фіксовані в генераціях сланцюватостей) у всіх зазначених різновидах порід проявлявся одночасно.

Показано зміну вмісту U і Th в гранітоїдах та супракрустальних утвореннях Інгульського мегаблоку в залежності від їх віку та, відповідно, етапу структурно-речовинних перетворень (рис. 19).

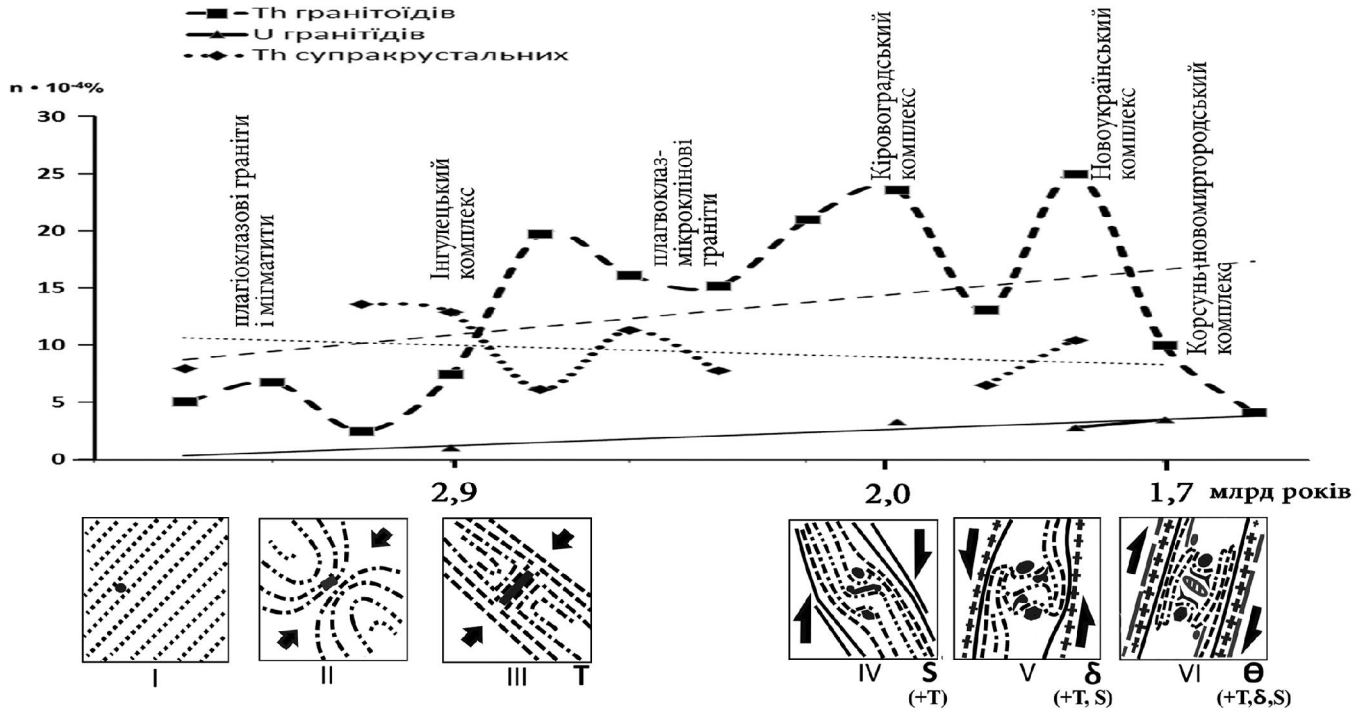


Рис. 19. Зміна вмісту U, Th в гранітоїдах та супракрустальних утвореннях Інгульського мегаблоку (за даними Перспективи…, 2017) в залежності від їх віку та, відповідно, етапу структурно-речовинних перетворень. Останні та становлення при цьому рудоперспективних структур показані в нижньому ряді. Над графіками – назви генерацій гранітоїдів. Прямі лінії – тренди вмісту. Інші позначення див. вище.

Із приведених даних, слідує, що рудні геологічні тіла, як високоупорядковані й закономірні складові (рис. 18-20) Інгульської дислокаційної суттєво здвигової системи, створювалися й еволюціонували синхронно з нерудними тілами завдяки багатоетапним структурно-речовинним трансформаціям; тому займають в даній системі певні, в структурному відношенні, комірки. А саме, це складові частини системи, де на палеопротерозойський час її становлення панували умови відносного розущільнення (рис. 20). Такі комірки (площі) доповнюючи одна одну створюють характерні для приздвигових новоутворень форми та займають чіткі структурні позиції в межах Інгульської дислокаційної системи: а) міжбудинний простір, де будинаж-тілами є дві субкільцеві складові Корсунь-Новомиргородського плутону, Новоукраїнський масив та Бобринецько-Кіровоградський, також менш масштабні подібні утворення в межах шовних зон (Т-структури); б) приторцеві частини відзначених будин; в) S-подібні субтіла внутрішніх частин зазначених мегабудин, які окреслені за геофізичними полями та морфологією й просторовим розміщенням тіл-складових масивів; г) серпоподібні, S- та δ-структури (геологічні тіла палеопротерозойського структурного плану) Голованівської й Криворізько-Кременчуцької шовних зон та Західно-Інгулецької підзони.

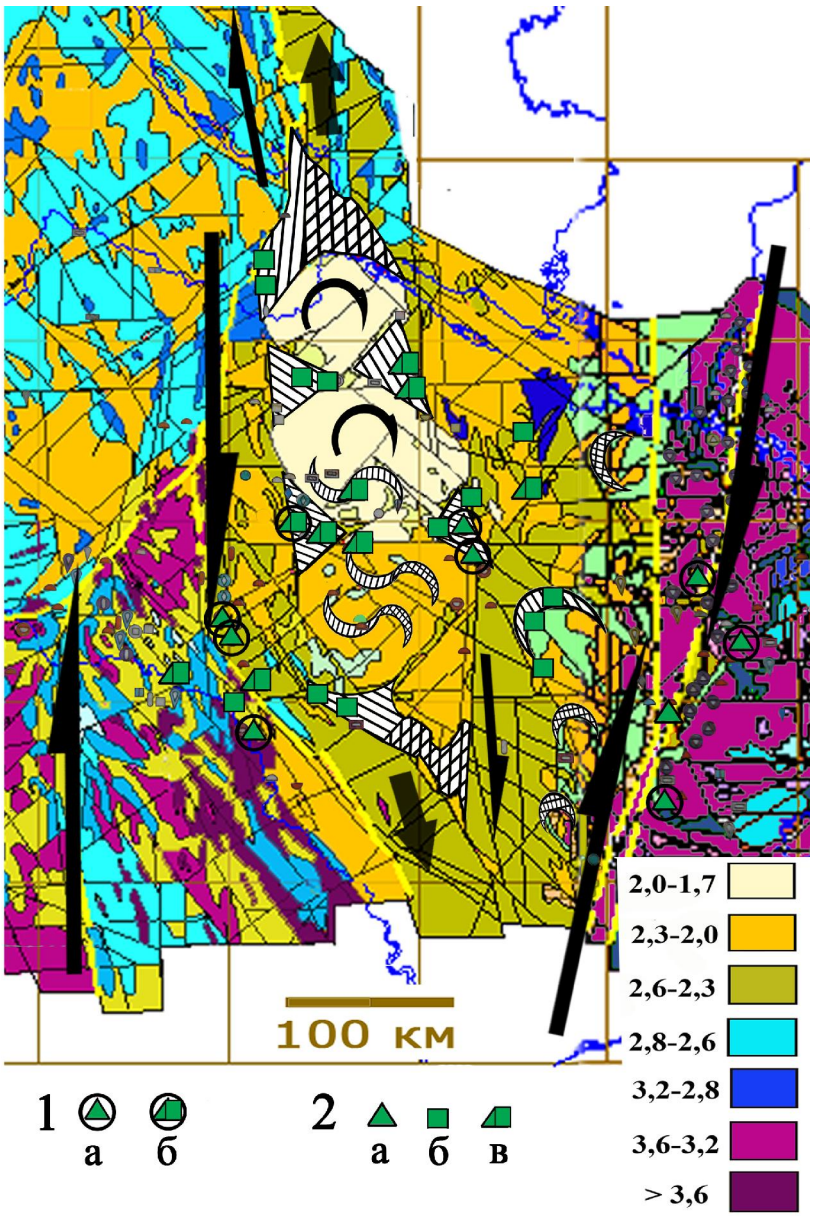


Рис. 20. Модель створення рудоперспективних структур макрорівня на палеопротерозойський час центральної частини УЩ. Відомі структури – одинарна штриховка, прогнозовані – перехресна. Моделі древніших етапів відповідають дислокаційним утворенням етапів I – III на рис. 4. На основі карти з (Кореляційна…, 2004) та доповненням автора і залученням даних (Кировоградский…, 2013; Металогенічна…, 2002). 1 – родовища урану (а), торій-уранові (б); 2 – рудопрояви урану (а), рідкісноземельні торійвмісні (б), рідкісноземельні уран-торієві (в). Позначення інших корисних копалин за (Металогенічна…, 2002). Внизу праворуч – вікова шкала в млрд роках. Інші позначення див. вище.

В *підрозділі 3.5* детально розглянуто Чортомлицьку зеленокам'яну структуру (ЗС), в східній частині якої міститься торій-рідкісноземельна мінералізація. Дана ЗС знаходиться на межі західної підзони субкільцевих тіл та осьової лінійної підзони Середньопридніпровського мегаблоку (рис. 13) та є конформною суміжним геологічним тілам макрорівня. Тобто Чортомлицька ЗС включає риси S- та T-дислокаційного утворення.

Складові-тіла мезорівня (пачки, смугастість), в тому числі й рудовмісні, згідні як самому Чортомлицькому макротілу, так і конформні таким атрибутам вмісних геологічних тіл. Останні мають вік 3200-3160 млн років, метаморфізовані в умовах фацій від зеленосланцьової до епідот-амфіболітової при температурі не нижче 550-500ºС. Для золотовмісних залізистих кварцитів, що безпосередньо містять торій-рідкісноземельну мінералізацію зафіксовано (Звіт..., 2015) такі P-T параметри формування: 380-320ºС, 280-200ºС, 260-180ºС та 81-86 МПа. Монацити округлих та S форм, несуть ознаки перевідкладення, вони зональні, трьохфазні. Зовнішні зони відрізняються від внутрішніх ядер стійко підвищеною кількістю торію і урану

(Звіт..., 2015). Відрізняються ці зони також і спектром рідкісних земель. Склад монацитів уцілому залежний від вміщуючих мінералів.

Показано, що вміст U, Th в гранітоїдах (від найдревніших із них до наймолодших) Середньопридніпровського мегаблоку закономірно зростає (рис. 21) на фоні зменшення вмісту Th в супракрустальних утвореннях.

Приведені факти свідчать, всі структурно-речовинні атрибути, від макро- до мікрорівня, Чортомлицького макротіла взаємопов'язані й взаємоузгоджені, (високовпорядковані), що є результатом структурно-речовинної еволюції середньопридніпровської частини УЩ за декількоетапних суттєво здвигових трансформацій в P-T умовах від гранулітової фації до зеленосланцевої. Звідси, Чортомлицьке макротіло є високоупорядкованою дислокаційною структурою, становлення її рудних й нерудних тіл-складових відбувалося синхронно (взаємозалежно) в кілька етапів структурно-речовинних трансформацій докембрійського фундаменту. Отже, U-, Th-вмісні тіла є тектоно-метаморфічними утвореннями. Тому, рудні об’єкти Середньопридніпровського мегаблоку УЩ (зокрема U, Th вмісні) займають T-, S-структурні позиції в його ранжованому тектонічному малюнку, становлення якого відбулося в палеопротерозої.

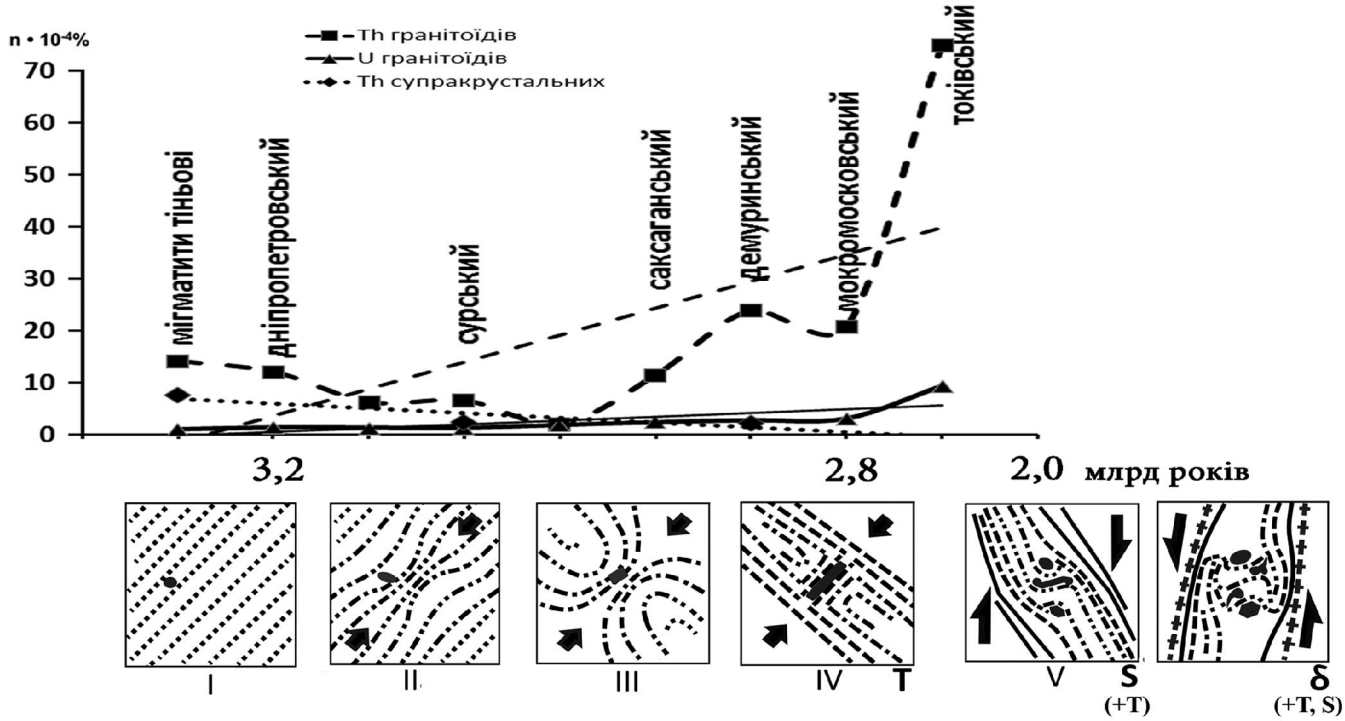


Рис. 21. Зміна вмісту U, Th в гранітоїдах та супракрустальних утвореннях Середньопридніпровського мегаблоку (за даними Перспективи…, 2017) в залежності від їх віку та, відповідно, етапу структурно-речовинних перетворень. Останні та супровідне їм становлення рудоперспективних структур показані в нижньому ряді. Інші позначення див. вище.

В *підрозділі 3.6* відображено, що в підзонах овалоїдних тіл Приазовської дислокаційної системи містяться найбільш значущі родовища Приазовського мегаблоку. Зокрема U-Th-вмісні – Дібровське в північно-західній частині Західно-Приазовського блоку та Первомайське в осьовій частині Мангуської міжблокової зони. В підрозділі систематизовані дані щодо структурно-речовинної організації цих

об'єктів відповідно до принципу ієрархічності геоструктур. Показано, що Дібровський та Первомайський об'єкти є високоупорядкованими дислокаційними структурами S-типу – сформованими завдяки закручуванню геологічних тіл при здвигових деформаціях. А саме, вони є овалоїдними складовими субмеридіонально розташованих ланцюжків округлих макротіл (рис. 22); їх внутрішня будова луската, зумовлена згідним перемежуванням речовинно змінних й різновікових S-, C-подібних тіл-складових (рис. 23). Останні, в свою чергу, сформовані мезо-мікроструктурами, такими як смугастість, сланцюватість, мінеральна лінійність кожна з генерацій яких згідна між собою для всіх петрографічних різновидів геологічних тіл (рис. 24). Структурній зональності супідрядні і мінеральна та геохімічна. Рудні тіла Дібровської та Первомайської структур підпорядковані структурному малюнку цих об’єктів на всіх рівнях їх організації.

Самоподібність різнопорядкових U-Th-вмісних структурних форм та їх висока впорядкованість свідчить про те, що керівним процесом формування цих об’єктів був тектонічний – здвигу/ротації.

Рис. 22. Модель створення рудоперспективних структур макрорівня на палеопротерозойський час приазовської частини УЩ. Відомі – одинарна штриховка, прогнозовані – перехресна. Моделі древніших етапів відповідають дислокаційним утворенням етапів I – III на рис. 4. На основі (Кічурчак, Пігулевський, 2003) з залученням даних (Железисто…, 1978; Металогенічна..., 2002; Перспективи..., 2014) із доповненнями автора. Внизу праворуч – вікова шкала в млрд роках. Інші умовні позначки див. вище.

Рис. 23. Структури підвороту мезорівня на контакті різновікових дислокаційних зон в західній частині Мангуського синклінорію. Зарисовка в плані. 1 – структури етапу-0-1; 2 а-д – композити в'язкорозломної зони етапу-3: складу лейкократових гранітоїдів, а – близькі до масивних, б – середнього ступеню розгнейсування, в – інтенсивно розгнейсовані, складу польовошпатових кварцитів (г), релікти субстрату (д); 3 а-г – складові контактної зони: а – структури підвороту смугастості етапу 0-1, б – в різній розліновані тіла етапів 0 – 3, в – реакційні утворення між структурами етапів 0-1 та 3 (речовинно – озалізнені біотит-амфіболові гнейси й гранітогнейси), г – лінзовидні тіла пегматоїдної будови та складу.

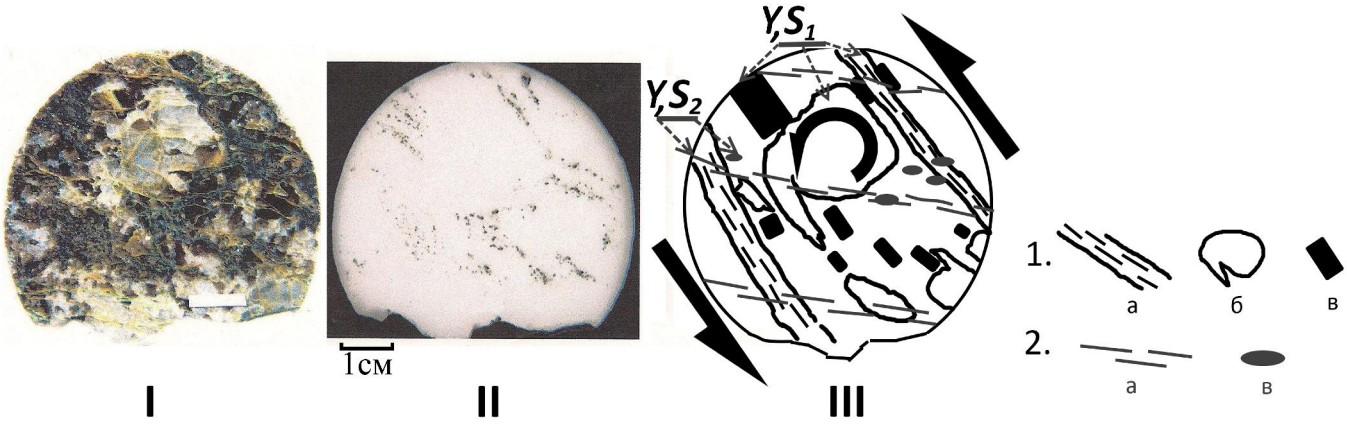


Рис. 24. Гібридна будова мікрорівня зі структурами підвороту рудного кварциту Дібровської структури з торій-урановою вкрапленою мінералізацією. I – фото зразка. II – радіографія, за (Перспективи…, 2014). III – узагальнююча зарисовка: 1 – дислокаційний малюнок сформований структурами генерації-1 (Y, S_1), де а – лінійні складові малюнку (власне сланцюватість), б – складова малюнку сформована σ- і лінзоподібними зернами та їх агрегатами, в – ділянки максимального скупчення рудних мінералів даної генерації, які містяться в тінях тиску; 2 – дислокаційний малюнок сформований структурами генерації-2 (Y, S_2), де а – кліваж, в – ділянки максимального скупчення рудних мінералів даної генерації. Стрілки – напрямки зміщення на час формування структур генерації-1.

За аналогію до структурно-речовинних ознак та позицій Дібровської й Первомайської структур виділені інші подібні рудоперспективні об'єкти (рис. 22). Зокрема, це складові палеопротерозойського структурного плану Приазовського мегаблоку, де на час його утворення домінували умови порівняно понижених деформаційних тисків – тіні тиску. Це S-, T- структурні позиції, які фіксовані геологічними макротілами серповидних та плитоподібних конфігурацій. Всі вони

розвивалися синхронно з вмісними метаморфогенними утвореннями в декілька етапів структурних й речовинних трансформацій субстрату завдяки перерозподілу речовини за нерівномірного розподілу деформаційних тисків в здвигових умовах (Слензак, 1984; Родыгин, 1991; Пржиялговский, 1984; Passchier, Trouw, 1988; Паталаха и др., 1995).

Остаточно зазначені структурні форми сформувалися на нижньопротерозойський час, за нашими даними, це 4-й і 5-й етапи відзначених трансформацій. S-структури є результатом вихревидного скручування товщ в зонах здвигових переміщень, тому ділянки їх виклинювання найбільш перспективні (Слензак, 1984). Т-структури виникають в цих же зонах завдяки розтягу/роз'єднанню тіл (Тохтуев, 1972; Родыгин, 1991).

В цьому ж підрозділі показано, що об'єм геологічного середовища, що відповідає Хлібодарівський+Октябрьський+Анадольський масивам та Талаковський+Греко-Олександрівський є синздвиговими макроструктурами S- типу, що сформувалися щонайменше на четвертому етапі структурно-речовинних трансформацій кристалічного фундаменту. В тінях тиску зазначених макроструктур S- типу містяться відомі в Східному Приазов'ї рідкісноземельні рудопрояви (рис. 25).

Також в підрозділі приведені дані про петро-структурну організацію Октябрьського U-, Th-вмісного об'єкту. Показано, що Октябрьський масив лужних порід в системі масивів Хлібодарівський+Октябрьський+Анадольський (макроструктурі близькій до S-типу) займає положення внутрішньолінзового рола. Взаєморозміщення мезотіл відтворює концентрично-зональну будову даного масиву. Гранітоїди, що вміщують Октябрьський масив також сформовані субкільцевими тілами складу від ендербіт-чарнокітів до кварц-польовошпатових сієнітів, що конформні між собою та тілам-складовим Октябрьського рола. Смугастість та сланцюватість всіх мезотіл згідні між собою та обмеженням цих тіл. Смугастість обумовлена закономірною зміною мінерального складу мезотіл від центру до периферії Октябрьського масиву. Рудні тіла досліджуваного фрагменту УЩ підпорядковані структурному малюнку об'єкта на всіх рівнях його організації. Отже, Октябрьський масив є дислокаційною структурою рол-типу.

Відображено зміна вмісту U- й Th в послідовності від найдревніших із відомих вмісних утворень до наймолодших Приазовського мегаблоку (рис. 26). Із графіка слідує, що на фоні зменшення вмісту Th в супракрустальних утвореннях мегаблоку, його в міст а також U в гранітоїдах збільшується.

Систематизовані в підрозділі дані свідчать про наступне. Формування U-, Th-рудних тіл Приазовського мегаблоку відбувалося синхронно з вмісними нерудними тілами, в одних і тих же геолого-динамічних умовах, а саме, в декілька етапів структурно/речовинних перетворень кристалічної основи за здвигових деформацій. Тобто, рудна речовина вилучалась з кристалічної основи, трансформувалась разом компонентами вмісних, переміщувалась й набувала нових речовинно/просторових форм, прилаштовуючись до Р-Т й кінематичних умов, провокованих тектонічними імпульсами, яких відомо не менше десяти. Отже, тип рудних проявів, що розглядався можна визначить як тектоно-метаморфічний.

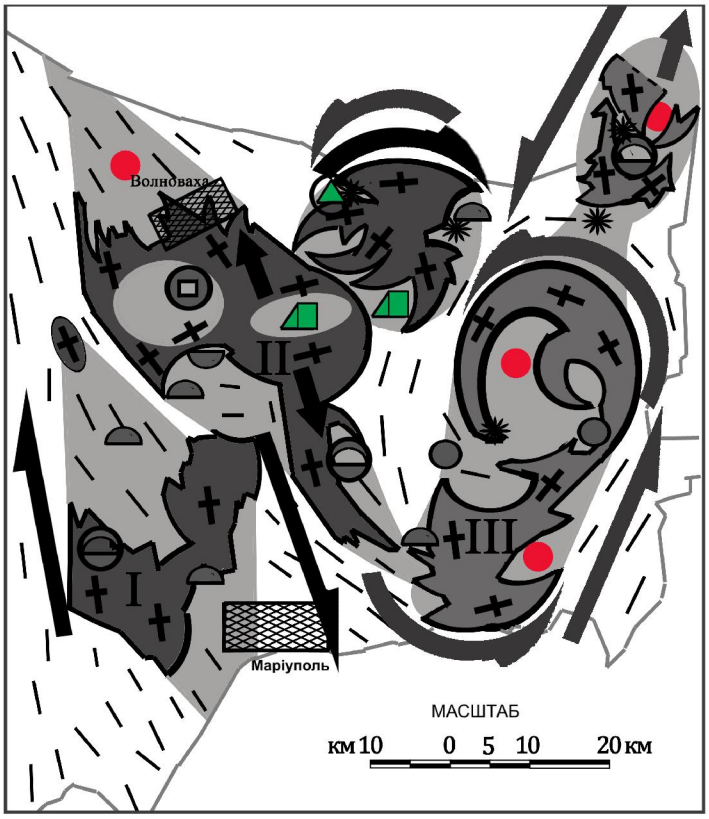


Рис. 25. Модель становлення масивів сублужних гранітоїдів Східно-Приазовського блоку УЩ. На основі карт (Кічурчак, Пігулевський, 2003; Субщелочной…, 2010). Древніші структури відповідають утворенням етапів I – III на рис. 4. 1 – обриси масивів: I – Володарсько-Кременівський, II – Хлібодарівський+Октябрьський+Анадольський, III – Талаковський+Греко-Олександрівський; 2 – вмісні метаморфіти з анізотропією, що виражена сланцюватістю та смугастістю; 3 – приздвигові тіні тиску на час становлення масивів; 4 – прогнозовані рудопрояви металевих корисних копалин; 5 – контури щита. Позначення корисних копалин за (Субщелочной…, 2010 та Металогенічна..., 2002). Структурний малюнок даного рівня організації подібний малюнкам мезорівня. Чорні стрілки – напрямки зміщення на час ~ 2,0 млрд років тому, сірі ~ 1,8.

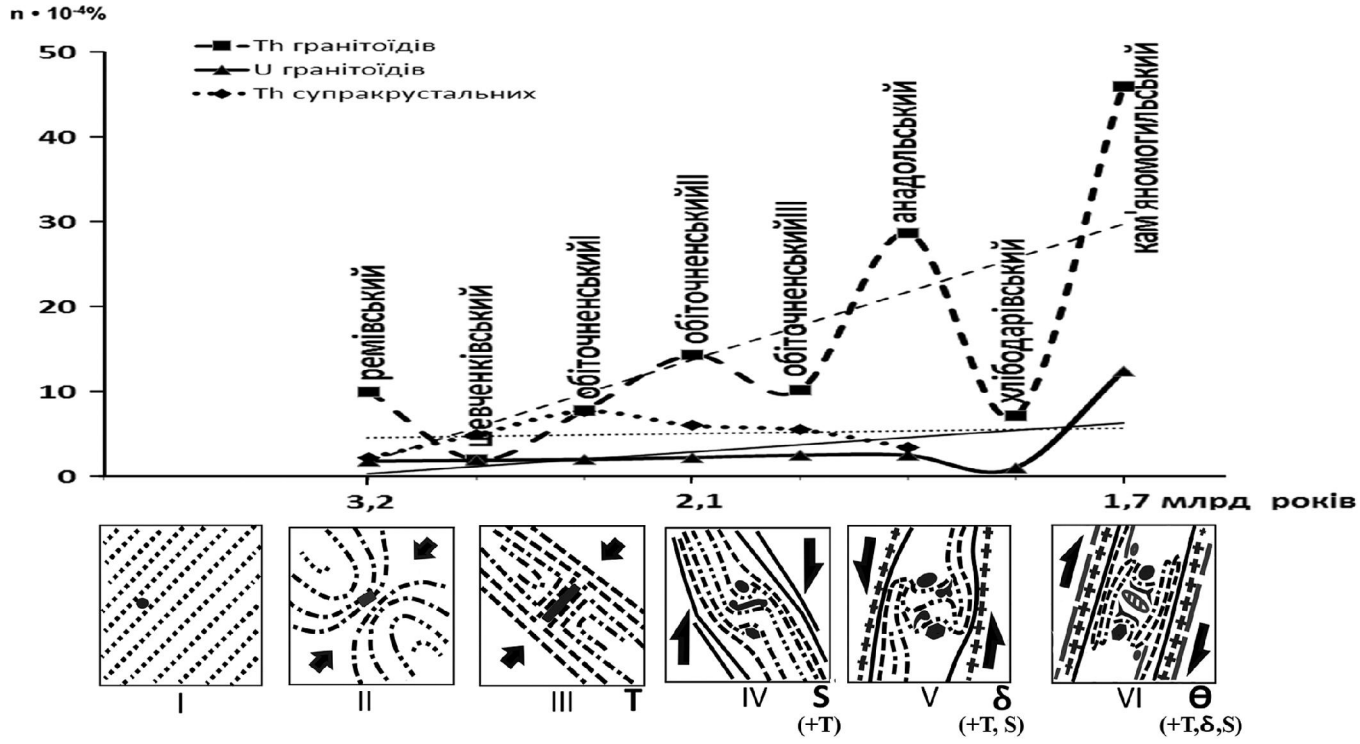


Рис. 26. Зміна вмісту U, Th в гранітоїдах та супракрустальних утвореннях Приазовського мегаблоку (за Перспективи…, 2017) в залежності від їх віку та, відповідно, етапу структурно-речовинних перетворень. Останні та супровідне їм становлення рудоперспективних структур показані в нижньому ряді. Інші позначення див. вище.

ВИСНОВКИ

Становлення структурних планів мегаблоків та шовних зон Українського щита відбувалося сумісно й взаємозалежно – в декілька етапів структурно-речовинних перетворень кристалічної основи за суттєво здвигових трансформацій при змінах напрямків тектонічних напруг та Р-Т умов прояву (табл., рис. 27). Нами виділено сім таких етапів, з залученням даних попередників їх відомо до 11-ти. Структурно-речовинні перетворення фундаменту перших п’яти етапів реалізувалися в діапазоні Р-Т умов від гранулітової до епідот-амфіболітової – зеленосланцевої фації. З кожним таким етапом формувалися структурно-речовинні новоутворення, які накладаючись одні на інші створили гібридну будову кристалічного фундаменту. Найбільш тотально проявилися структурні й речовинні трансформації четвертого та п’ятого із виділених етапів з формуванням субмеридіональних суттєво здвигових зон. Їх структурно-речовинний остов палеопротерозойського віку. Перетворення більш пізніх етапів, переважно, відбувалися в холодних умовах та значно не змінили сформованого на відзначену часову мітку структурного плану, а лише підсилили його структурну та речовинну зональність.

Палеопротерозойські здвигові зони сформовані зі складових (підзон) лінійних та овалоїдних тіл. І ті й інші є композитними утвореннями, адже сформовані більш високоранговими геологічними тілами різновікових порід докембрію. Між собою зазначені підзони різняться будовою, ступенем структурно-речовинних перетворень субстрату та геолого-динамічними умовами становлення. Підзони лінійних тіл – субмеридіонального простягання й субвертикального падіння, це шовні зони УЩ й прилеглі до них крайові частини мегаблоків. Ці складові палеопротерозойських здвигових зон є відносно інтенсивно зміненими (структурно й речовинно перетвореними) фрагментами кристалічного фундаменту. Вони в палеопротерозойському структурному плані УЩ відповідають таким, що остаточно сформувалися в режимі транспресії (здвигу-стиснення). Шовні зони УЩ фактично є епіцентрами субмеридіональної палеопротерозойської лінеаризації. Остання хвилеподібно розповсюджувалася в напрямку від центральних частин шовних зон до центральних частин мегаблоків. Тому центральні частини мегаблоків УЩ, або овалоїдні складові здвигових зон (внутрішні частини мегаблоків й шовних зон) є відносно слабо зміненими фрагментами фундаменту, що в різній мірі уціліли від ранньопротерозойської лінеаризацій й створювалися завдяки розлінзуванню, роз'єднанню при дії здвигових напруг у супроводі прокручування окремих сегментів кристалічної основи. Завдяки таким трансформаціям сформовані масиви центральної частини Інгульського мегаблоку; також Салтичанська, Гуляйпільська структури Приазовського мегаблоку; Літинська, Липовецька, Шаргородська й інші субкільцеві структури Подільського блоку; куполи і їх обрамлення Середньопридніпровського мегаблоку; «глиби й виступи» шовних зон. Всі вони мають риси серединних і вихрових масивів.

Кожен імпульс здвигу-ротації, як для лінійних так і для овалоїдних складових системи, супроводжувався утворенням нових породних тіл.

З кожним етапом структурно-речовинних перетворень кристалічного фундаменту геолого-динамічний статус складових (лінійних й овалоїдних тіл) здвигових зон змінювався.

Таблиця. Структурно-вікова шкала дислокаційної тектоніки Українського щита

Індекс етапу	Р-Т умови прояву	Процеси структурно-речовинних перетворень	Провідні дислокаційні структури	Малі тектонічні структури	Геологічне середовище	Вікові репери, млн р.
D_{11}	Епізона	Підкидо-здвиги, скидо-здвиги, скидо-насуви	Геоблоки, лінійні та кільцеві розломи	Брекчії, глинисті мілоніти, бластомілоніти, бластокатаклазити	Четвертинні відклади — докембрійські	0-2
D_{10}	Епізона + мезозона	Надвиги, підкидо-здвиги у супроводі метасоматозу	Геоблоки, сіткоподібний меланж поліміктового складу	Брекчії, глинисті мілоніти, бластомілоніти, бластокатаклазити та супутні їм метасоматити складу від березитів до пропілітів	Верхньонеогенові відклади — докембрійські	2-5
D_9		Надвиги, підкидо-здвиги у супроводі меланжу та метасоматозу	Сіткоподібний меланж поліміктового складу	Катаклазити, мілоніти, блатомілоніти, ультрамілоніти, псевдотахіліти та супутні їм метасоматити пропіліт-березит-аргілізитового ряду	Нижньопалеогенові відклади — докембрійські	55-65
D_8		Насуви у супроводі меланжу та колізійного магматизму	Сіткоподібний меланж поліміктового складу	Глинисті мілоніти, катаклазити, брекчії, бластокатаклазити, також супутні їм метасоматити – аргілізити, пропіліти	Ранньопермські відклади — докембрійські	260-250
D_7	Епізона + зеленосланцева	Рифтогенез, сколювання та мілонітизація	Крихкі розломи та пов'язані з ними блокові структури, рифти, зони сколу	Крихкі тріщини та борошнисті мілоніти	В різній мірі задіяні всі більш древні утворення, найбільш значуще – крайові частини УЩ	400-350
D_6		Грабено-, горстоутворення, катаклаз, брекчіювання, мілонітизація	Грабени, горсти, зони сколу	Кліваж, структури брекчіювання, та мілонітизації		≈1000
D_5	Епідот-амфіболітова, зеленосланцева	Спрямований порфірокластез, розлінзування, будинаж	В'язкі сингранітизаційно-гнейсуваті та кліважні розломи, меридіонального до північно-східного простягань.	Смугастість синтектонічного порфірокластезу, розлінзування, в'язкий кліваж, будинаж, S-складки	Гранітоїди південнокальчицького, кам'яномогильського, корсунь-новомиргородського й коростенського комплексів та більш давні утворення	1900-1700
D_4	Епідот-амфіболітова	Речовинна диференціація у супроводі спрямованої перекристалізації	Сингранітизаційні й кристалізаційно-сланцюваті в'язкорозломні зони субмеридіонального простягання	Вторинна сингранітизаційна смугастість, мезорозлінзування, гнейсуватість	Тетерівська, інгуло-інгулецька, криворізька серії та більш древні утворення. Обіточненський, каратюцький, салтичанський, кіровоградський, новоукраїнський, уманський, житомирський комплекси.	2000-2200
D_3	Амфіболітова	Речовинна диференціація у супроводі вторинної мігматизації, направленої перекристалізації та в'язкої переорієнтації	В'язкорозломні зони вторинної мігматизації, кристалізаційно-сланцюватої й гнейсуватої течій північно-західного простягання	Вторинні моноклінали, структури розлінзування, вторинного розшарування, мігматична смугастість, сланцюватість та гнейсуватість	Центральноприазовська, осипенківська, бузька, конкська серії та древніші товщі. Мангуський, шевченківський, мокромосковський, інгулецький, літинський, та ін. комплекси.	2800-2600
D_2	Гранулiт-амфіболітова	Односпрямована перекристалізація та формозміна	В'язкі кристалізаційно-сланцювато-гнейсуваті розломи	Кристалізаційна й порфіробластична сланцюватість, гнейсуватість переважно широтного простягання	Аульська серія й пов'язані з нею гранітоїди. Більш древні утворення.	≈3200
D_{0-1}	Гранулітова	Мігматизація	Зони тектонічної синмігматичної смугастості	Мігматична смугастість північно-східного простягання	Дністровсько-бузька, західноприазовська серії, новопавлівська товща та гайворонський, славгородський та ін. комплекси гранітів.	3400 і більше

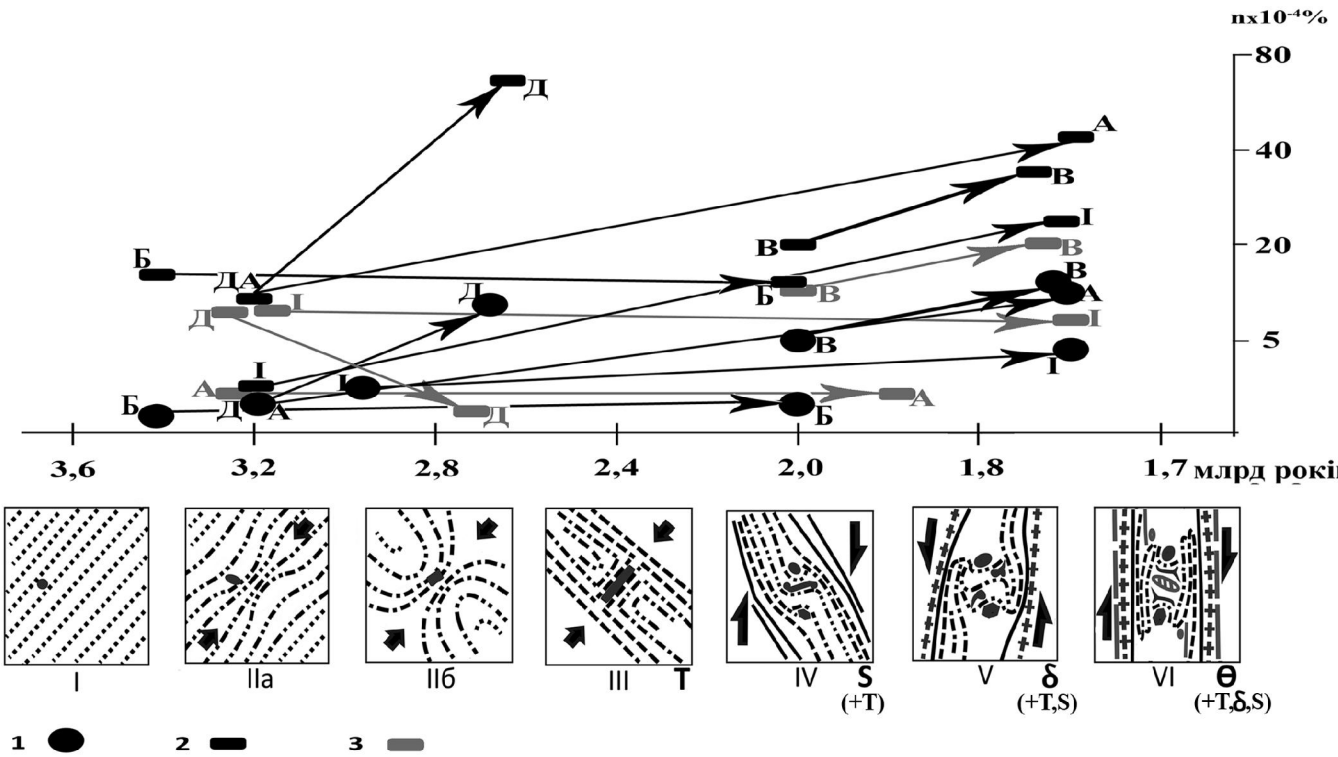


Рис. 27. Модель структурно-речовинної еволюції структурного малюнку і становлення одиночної рудоперспективної структури УЩ (внизу). I – VI – етапи формування структурного плану УЩ. Вверху супровідна зміна вмісту U й Th в гранітоїдах та супракрустальних породах УЩ, за (Перспективи…, 2017). Вмісти: 1 – U в гранітоїдах, 2 – Th в гранітоїдах, 3 – Th в супракрустальних утвореннях. Позначення мегаблоків: В – Волинський, Б – Дністровсько-Бузький; І – Інгульський, Д – Середньопридніпровський, А – Приазовський. Т, S, δ та Θ – типи рудоперспективних структур. Сірі багатокутники, овали та каплеподібні фігури – власне рудні тіла. Інші позначення див. вище.

Палеопротерозойський структурно-речовинний план Українського щита в цілому відповідає суттєво здвиговій дислокаційній системі.

Докембрійські дислокаційні структури всіх генерацій, від макро-, до мікрорівня, формують суттєво здвигові структурні малюнки.

Досліджувані рудні тіла (зокрема U-, Th- вмісні) всіх ієрархічних рівнів є закономірними складовими таких структурних малюнків на відповідних рівнях організації. А саме, рудоносні тіла мають морфологію й елементи залягання аналогічні вмісним геологічним тілам; займають Т-, S-, Θ- структурні позиції у вищевідзначених структурних малюнках; такі ознаки рудних й вмісних тіл як геохімічні спеціалізації, кількість генерацій малих структурних форм, рудних й породоутворювальних мінералів є близькими.

Вміст U й Th зростає з кожною генерацією структурно-речовинних новоутворень (від палеоархейських до палеопротерозойських), тоді коли у вміщуючих породах навпаки – зменшується. Найбільш суттєві концентрації U й Th приурочені до палеопротерозойського структурного плану, який сформувався на п’ятому етапі еволюції кристалічного фундаменту.

Отже, рудні тіла пройшли ту ж історію формування – сформовані завдяки тому ж багатоактному тектонічному процесу (здвигу/ротації), що і породоутворювальні мінерали, агрегати та тіла вмісних. Звідси, U-, Th-рудні тіла є

високовпорядкованими тектоно-метаморфогенними утвореннями. Тому вони займають закономірні структурні комірки в протерозойському структурному плані УЩ – Т-, S-, Θ-позиції, що маркують приздвигові тіні тиску. Зазначене вважаємо провідним пошуковим критерієм.

Виведено узагальнювальну модель (рис. 27) структурної-речовинної еволюції метаморфогенних комплексів УЩ й взаємопов'язане з цим становлення рудоперспективних структур. Вона може бути застосованою для різних мегаблоків та їх рівнів організації.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В РОБОТАХ:

Монографії

1. Тектонофациальный анализ и проблемы геодинамики. Памяти Е.И. Паталахи / Ред. ак. Шнюков Є.Ф. – Київ: ОМГОР, 2008. – 295 с. (*Особистий внесок автора: стаття*)

2. Перспективи розвитку торієвої сировинної бази ядерної енергетики України / В.Г. Верховцев, А.В. Кузьмін, М.О. Ярощук, О.О. Крамар, Є.Б. Краснов, Г.В. Лисиченко, **Л.С. Осьмачко**, К.Г. Сущук та ін. – Київ: Наукова думка, 2017. – 269 с. (*Особистий внесок автора: підрозділи 7.1, 7.2*)

Статті у наукових фахових виданнях України

3. Паталаха Є.І., Паталаха Г.Б., **Осьмачко Л.С.**, Токовенко В.С. Линеаризация и конформизм структуры Украинского щита // Доповіді НАН України. – 2006. – № 10. – С. 131-135. (*Особистий внесок автора: вивчення відслонень кристалічних порід з відбором зразків та опис шліфів із них*)

4. **Осьмачко Л.С.** Структура окремих ділянок Українського щита як результат пересічення тектонічних потоків // Геология и полезные ископаемые мирового океана. – 2006. – № 4. – С. 81-90.

5. **Осьмачко Л.С.,** Паталаха М.Є. Новоград-Волинська структура – продукт відроджених та накладених тектонічних потоків раннього докембрію // Геологічний журнал. – 2007. – № 1. – С. 70-76. (*Особистий внесок автора: узагальнення польових досліджень, вивчення кристалічних порід під мікроскопом, висновки*)

6. **Осьмачко Л.С.** Бобринецький гранітоїдний масив як вторинна дислокаційна структура // Геологічний журнал. – 2008. – № 4. – С. 43 – 50.

7. **Осьмачко Л.С.,** Янченко В.П. Конгломератоподібні тіла як індикатори здвигу // Геолог України. – 2010. – № 1-2. – С. 79-84. (*Особистий внесок автора: узагальнення польових досліджень та даних попередників, висновки*)

8. **Осьмачко Л.С.,** Лижаченко Н.М., Скобін В.Т. Циркони Бобринецького масиву та умови їх формування // Геохімія та рудоутворення. – 2010. – № 28. – С. 97-102. (*Особистий внесок автора: узагальнення польових матеріалів та даних вивчення під мікроскопом порід і мінералів, висновки*)

9. **Осьмачко Л.С.,** Лижаченко Н.М. Взаємозалежність структури та вмісту Бобринецького гранітоїдного масиву // Геологічний журнал. – 2010. – № 3. – С. 52 –

59. (*Особистий внесок автора: постановка мети роботи, формулювання завдань, висновки*)

10. **Осьмачко Л.С.,** Демедюк В.В. Взаимозависимость особенностей цирконов и деформационных показателей пород Орехово-Павлоградской межблоковой зоны // Мінералогічний журнал. – 2010. – Т 32, №3 – С. 96 – 104. (*Особистий внесок автора: формулювання мети і завдань роботи, взаємоув'язка даних структурних досліджень та цирконометрії, висновки)*

11. Пономаренко О.М., Азімов О.Т., **Осьмачко Л.С.,** Янченко В.П. Кореляція структурно-геологічних і аерокосмічних досліджень з метою уточнення будови та розвитку Оріхово-Павлоградської міжблокової зони Українського щита // Геоінформатика. – 2010. – №4. – С. 69-76. (*Особистий внесок автора: взаємоув'язка даних структурних та аерокосмічних досліджень, висновки*)

12. Пономаренко А.Н., **Осьмачко Л.С.,** Демедюк В.В. О многократности деформаций раннедокембрийских образований в пределах Орехово-Павлоградской шовной зоны // Геолог України. – 2010. – № 3. – С. 72-77. (*Особистий внесок автора: польові геолого-структурні дослідження, їх узагальнення, висновки*)

13. **Осьмачко Л.С.,** Демедюк В.В. Будова Приазовського мегаблоку – результат взаємодії в'язких розломів // Геолог України. – 2011. – № 1. – С. 45-53. (*Особистий внесок автора: формулювання мети роботи, польові роботи, їх узагальнення та взаємоув'язка з ізотопними дослідженнями цирконів, висновки*)

14. **Осьмачко Л.С.** Структурно-петрографические признаки синсдвиговых преобразований кристаллических комплексов Восточного Приазовья // Геолог України. – 2011. – № 3-4. – С. 119-124.

15. Щербак Н.П., Пономаренко А.Н., Лесная И.М., **Осьмачко Л.С.** Сравнительная геохронология породных ассоциаций и рудных формаций протерозойского эона (2,5 – 1,6 млрд лет) мегаблоков Украинского щита // Мінералогічний журнал. – 2012. – №3. – С. 45-54. (*Особистий внесок автора: польові геолого-структурні дослідження, їх узагальнення та співставлення з даними попередників*)

16. **Осьмачко Л.С.** Голованівська шовна зона як гібридна дислокаційна структура // Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 4. – С. 23-32.

17. **Осьмачко Л.С.** Етапи формування Середньопридніпровської частини Українського щита та їх роль в структурному контролі рудоперспективних ділянок // Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища (ІГНС). – 2016. – Вип. 26. – С. 107-119.

18. **Осьмачко Л.С.,** Студзінська А.О., Уварова Т.В. Про структурну позицію рудних покладів Інгульського мегаблоку Українського щита // Збірник наукових праць ІГНС. – 2016. – Вип. 26. – С. 129-140. (*Особистий внесок автора: постановка мети та завдань, польові роботи, їх узагальнення та взаємоув'язка з дослідженнями попередників, висновки*)

19. **Осьмачко Л.С.,** Ярощук М.А. Торий-урановые проявления Мангушской межблоковой зоны Украинского щита // Збірник наукових праць ІГНС. – 2017. – Вип. 27. – С. 141-156. (*Особистий внесок автора: узагальнення даних польових робіт та досліджень попередників, у зв'язку з встановленням структурного контролю зруденінь*)

20. Ярощук М.А., **Осьмачко Л.С.** Металлогения урана и тория межблоковых шовных зон Украинского щита (на примере Белоцерковско-Одесской зоны) // Геохімія техногенезу. – 2019. – № 1. – С. 24-31**.** (*Особистий внесок автора: польові роботи та їх узагальнення*)**.**

Статті у наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз

21. **Осьмачко Л.С.,** Петриченко Е.В., Лесная И.М., Котвицкая И.Н. О многоактности образования породных ассоциаций Березнинской толщи Днестровско-Бугского мегаблока Украинского щита // Геология и полезные ископаемые мирового океана. – 2014. – № 3(37). – С. 101-112. (*Особистий внесок автора: польові геолого-структурні роботи, їх узагальнення та взаємоув'язка з ізотопними дослідженнями цирконів, висновки*) (*РІНЦ Science Index*)

22. **Осьмачко Л.С.** О вариациях геохимического состава гранитоидов Приазовского мегаблока Украинского щита при тектонических активизациях // Науковий вісник НГУ (Дніпропетровськ). – 2014. – № 6. – С. 15-21. (*Scopus*)

23. **Осьмачко Л.С.,** Вильковский В.А., Касьяненко Е.О., Вишневский А.А. О взаимозависимости *P,T* - параметров и степени структурно-вещественных преобразований для фрагмента Днестровско-Бугского мегаблока Украинского щита // Геологічний журнал. – 2015. – № 4. – С. 88-98. (*Особистий внесок автора: постановка мети та завдань, польові роботи, їх узагальнення та взаємоув'язка з термодинамічними дослідженнями гранатів та біотитів, висновки*) (*РІНЦ*)

24. **Осьмачко Л.С.** Тектонічні умови формування рудовмісних структур Приазовського мегаблока Українського щита на прикладі Дібровської // Геофізичний журнал. – 2016. – № 4, т 38. – С. 113-123. (*Web of Science*)

25. **Осьмачко Л.С.** Етапи становлення структури Росинсько-Тікицького мегаблоку Українського щита // Мінералогічний журнал. – 2019. 41. – № 3. – С. 54-64. (РІНЦ, Web of Science)

26. Ярощук М.А., Вайло А.В., **Осьмачко Л.С.**, Ганевич А.Е. Факторы рудоносности разломно-блоковых структур Украинского щита // Геофізичний журнал. – 2019. – № 4, т 41. – С. 194-209. (*Особистий внесок автора: узагальнення даних щодо структурного контролю зруденінь*) (*Web of Science*)

Інші публікації, які відображають зміст дисертації

27. Пономаренко А.Н., **Осьмачко Л.С.** Сравнительная характеристика закономерностей размещения полезных ископаемых Македонии и Украины // Українсько-Македонський науковий збірник. – 2011. – Вип. 5. – С. 353 – 364. (*Особистий внесок автора: узагальнення польових досліджень та даних попередників, висновки*)

28. **Осьмачко Л.С.,** Касьяненко Е.О. О геодинамическом статусе Литинской структуры Днестровско-Бугского мегаблока Украинского щита // Modern science. Prague. – 2014. – № 3. – С. 86-100. (*Особистий внесок автора: формулювання мети та завдань роботи, польові роботи, їх узагальнення та взаємоув'язка з даними попередників й ізотопними дослідженнями цирконів, висновки*)

Матеріали та тези конференцій

29. **Осьмачко Л.С.** Орехово-Павлоградская шовная зона – полициклическая меланжевая структура // Материалы XVI международной конференции «Структура, свойства, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы» Воронеж 20-24 сентября 2010 г. Том. 2. – С. 117-122.

30. Пономаренко О.М., Азімов О.Т., **Осьмачко Л.С.** Кореляція структурно-геологічних і аерокосмічних досліджень з метою уточнення будови та розвитку Оріхово-Павлоградської міжблокової зони Українського щита // IX Міжнародна конференція «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти» 11-14 травня 2010, Київ, Україна. А098. (*Особистий внесок автора: взаємоув'язка даних структурних та аерокосмічних досліджень, висновки*) (*Scopus*)

31. **Osmachko L.** An massif, or syndeformation porphyroblastasy zone?. // Geochemistry of magmatic rocks. Abstracts of XXVII International conference School «Geochemistry of Alkaline rocks». – Moscow-Koktebel'. – 2010. – Pp. 139-140.

32. Yanchenko V.P., **Osmachko L.S.**, Skobin V.T. Mariupolits are synsheared phenomenon // Petrology, mineralogy, geochemistry. Conference dedicated to the memory of J.A. Morozewicz. 19-21 September, 2010. Kyiv. – P. 75 – 76. (*Особистий внесок автора: польові геолого-структурні дослідження, їх узагальнення та співставлення з даними попередників*)

33. **Осьмачко Л.С.,** Демедюк В.В. Докембрійські утворення Приазовського мегаблоку – результат взаємодії в'язких розломів // Наукова конференція, присвячена 65-річчю геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка "Стан і перспективи сучасної геологічної освіти та науки". 13-15 жовтня. Львів. 2010. – С. 162 – 164. (*Особистий внесок автора: формулювання мети, польові роботи, їх узагальнення та взаємоув'язка з ізотопними дослідженнями цирконів, висновки*)

34. **Осьмачко Л.С.,** Демедюк В.В. Деформационные показатели и особенности цирконов как индикаторы многократности формирования Орехово-Павлоградской межблоковой зоны // Материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященная 100-летию С.Н. ИВАНОВА. *IV Чтения памяти С.Н. Иванова.* Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры. Екатеринбург. Май 2011. – С. 195 – 198. (*Особистий внесок автора: формулювання мети і завдань роботи, взаємоув'язка даних структурних досліджень та цирконометрії, висновки*)

35. **Осьмачко Л.С.** Генерации структур и акцессориев Голованевской шовной зоны Украинского щита // XVIII международная научно-практическая конференция «Геологическая среда, минерагенические и сейсмотектонические процессы», Воронеж, 24-29 сентября 2012 г. – С. 168 – 170.

36. **Осьмачко Л.С.** Строение Украинского щита – суммарный эффект многократных тектонических активизаций // Міжнародна наукова конференція присвячена 90-річчю академіка НАН України М.П. Щербака: Геохронологія та геодинаміка раннього докембрію (3,6-1,6 млрд років) Євразійського континенту. Київ, 16–17 вересня 2014 р. – С. 87-88.

37. **Осьмачко Л.С.,** Петриченко Е.В., Лесная И.М. О многоактности

становления березнинской толщи (на примере фрагмента Бердичевского массива) Днестровско-Бугского мегаблока Украинского щита // Міжнародна наукова конференція присвячена 90-річчю академіка НАН України М.П. Щербака: Геохронологія та геодинаміка раннього докембрію (3,6-1,6 млрд років) Євразійського континенту. Київ, 16–17 вересня 2014 р. – С. 89-90. (*Особистий внесок автора: формулювання мети роботи, взаємоув'язка даних польових структурних досліджень та ізотопного датування акцесорних мінералів, висновки*)

АНОТАЦІЯ

Осьмачко Л.С. **Геодинамічні умови формування докембрійської структури та окремих рудоперспективних об'єктів Українського щита.** — Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.01 «Загальна та регіональна геологія». – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, Інститут геологічних наук Національної академії наук України, Київ, 2020.

У всіх мегаблоках та шовних зонах УЩ тектонічні перебудови реалізувалися подібно: в декілька етапів структурно-речовинних перетворень кристалічної основи при змінах напрямків прикладення тектонічних тисків та регресивній спрямованості тискнево-температурних умов. А саме, в усіх мегаблоках УЩ простежується зміна простягань структурних планів від північно-східного, через меридіональне, північно-західне до повторних субмеридіонального та північно-східного. Дислокаційні перетворення при становленні перших трьох структурних планів відбувалися в Р-Т умовах гранулітової-амфіболітової фацій метаморфізму, вони сформовані геологічними тілами з віком > 3,2, 3,2 та 2,8 млрд років. Формування повторних структурних планів, субмеридіонального та північно-східного простягань, відбувалися в умовах від амфіболітової до зеленосланцевої фацій метаморфізму; вони сформовані геологічними тілами з віком 2,0 та 1,8 млрд років. Молодші тектонічні деформації реалізовувалися в холодних умовах й суттєво не змінили сформований в палеопротерозої структурний малюнок УЩ.

Схожий прояв змін структурних планів для всіх мегаблоків УЩ свідчить, що на відповідних етапах тектонічних перебудов всі мегаблоки мали спільні умови тектогенезу й формування структурних малюнків в них чинилося під дією загальних, вірогідно глобальних, тектонічних напруг.

Кожен із вищевідзначених тектонічних імпульсів провокував утворення нових породних тіл, взаємодія яких створила перехресний (гібридний) структурний узор УЩ. Найбільш тотально проявилися структурні й речовинні трансформації четвертого із виділених етапів (~ 2,0 млрд років тому) з формуванням суттєво здвигових дислокаційних систем. Це, Приазовська дислокаційна система (Приазовський мегаблок УЩ та ОПШЗ), Придніпровська (Середньопридніпровський мегаблок і суміжні шовні зони) та інші. Зазначені системи сформовані геологічними тілами декількох більш високих рангів та

генерацій. На кожному з рівнів (від макро- до мікрорівня організації об’єкту) ці тіла відтворюють приздвигові структурні малюнки.

Крайові частини мегаблоків (відносно центральних), як результат суттєво здвигових трансформацій, є інтенсивніше структурно й речовинно трансформованими і разом з шовними зонами УЩ ідентифіковані як лінійні складові здвигових систем. Центральні частини мегаблоків УЩ є відносно слабше зміненими фрагментами фундаменту, що в різній мірі уціліли від ранньопротерозойської лінеаризації й формувалися завдяки роз'єднанню при дії здвигових напруг в супроводі прокручування їх окремих сегментів. Вони мають риси серединних і вихрових масивів й віднесені до субкільцевих (овалоїдних) складових здвигових систем (осьова частина Інгульського мегаблоку, центральна частина Західноприазовського блоку та інші).

Досліджені U-, чи U-Th- перспективні об'єкти є самоподібними, високовпорядкованими дислокаційними структурами й займають закономірні структурні позиції в палеопротерозойському структурному малюнку УЩ. U, Th-рудні і вмісні тіла мають подібні морфологію, елементи залягання, кількість мінеральних генерацій та малих структурних форм; вміст корисних компонентів (зокрема U, Th) рудних тіл закономірно збільшується від палеоархейських до палеопротерозойських, у вміщуючих породах навпаки – зменшується.

U, Th-рудні тіла формувалися завдяки тим же декількоетапним структурно-речовинним трансформаціям, що і вмісні геологічні тіла. Такі перетворення не є накладеними на складчасті форми, а відбувалися одночасно у декілька етапів в усьому об’ємі фундаменту з утворенням складкоподібних рудоперспективних об’єктів. Тому рудоперспективні тіла займають фіксовані структурні комірки в палеопротерозойському структурному малюнку, які маркують різнорангові приздвигові тіні тиску. Це, T, S, Θ та δ – структурні позиції. Таку приуроченість визначено як провідний пошуковий критерій. Надано прогноз місцезнаходження нових подібних таких об'єктів.

Ключові слова: дислокаційна система, здвиг, генерації структур, рудні тіла, структурні позиції.

АННОТАЦИЯ

Осьмачко Л.С. **Геодинамические условия формирования докембрийской структуры и отдельных рудоперспективных объектов Украинского щита.** – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора геологических наук по специальности – 04.00.01 «Общая и региональная геология». – Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. М.П. Семененко Национальной академии наук Украины, Институт геологических наук Национальной академии наук Украины, Киев, 2020.

Установлено, что во всех мегаблоках и шовных зонах Украинского щита (УЩ) тектоно-метаморфогенные переустройства происходили аналогично: в несколько этапов структурно-вещественных преобразований кристаллического основания при

изменении направлений воздействия тектонических давлений и преимущественно регрессивном изменении значений давлений и температур (Р-Т) при реализации обозначенных преобразований. А именно, во всех мегаблоках УЩ зафиксированы изменения простираний главенствующих структурных планов от северо-восточного, через меридиональное, северо-западное до повторных субмеридионального и северо-восточного. Р-Т условия дислокационных преобразований при формировании первых трех структурных планов соответствовали фациям метаморфизма от гранулитовой до амфиболитовой; они сформированы геологическими телами с возрастом > 3,2, 3,2 и 2,8 млрд лет. Дислокационные переустройства, при становлении повторных структурных планов субмеридионального и северо-восточного простираний, происходили в условиях от амфиболитовой до зеленосланцевой фаций метаморфизма. Эти образования сложены геологическими телами с возрастом 2,0 и 1,8 млрд лет. Более поздние тектонические деформации совершались в холодных условиях и существенно не изменили сформированный в палеопротерозое структурный рисунок УЩ.

Похожие проявления изменений структурных планов для всех мегаблоков и шовных зон УЩ свидетельствуют, что на соответствующих этапах тектонических преобразований все мегаблоки и шовные зоны имели общие условия тектогенеза и формирование их структурных рисунков происходило под действием общих, скорее всего глобальных, тектонических напряжений.

Каждый из обозначенных тектонических импульсов провоцировал формирование новых породных тел, взаимодействие которых образовало перекрестный (гибридный) структурный узор УЩ. Наиболее тотально проявились структурные и вещественные трансформации четвертого и пятого из выделенных этапов (~ 2,0 и 1,8 млрд лет назад) с формированием существенно сдвиговых дислокационных систем. Это, Приазовская дислокационная система (Приазовский мегаблок УЩ и сопредельные шовные зоны), Приднепровская (Среднеприднепровский мегаблок и смежные шовные зоны), Ингульская (Ингульский мегаблок и соседствующие шовные зоны), Днестровско-Бугская (Днестровско-Бугский мегаблок и сопутствующие шовные зоны) и другие подобные системы. Отмеченные дислокационные системы сформированы геологическими телами нескольких более высоких рангов та генераций. На каждом с уровней (от макро- до микроуровня организации объектов) эти тела образуют присдвиговые структурные рисунки.

Краевые части мегаблоков (относительно центральных), как результат существенно сдвиговых трансформаций, являются более интенсивно структурно и вещественно трансформированными и вместе с шовными зонами УЩ отнесены к линейным составляющим сдвиговых систем. Центральные части мегаблоков УЩ являются относительно слабо измененными фрагментами фундамента, которые в разной мере уцелели от раннепротерозойской линеаризации и формировались благодаря разъединению при действии сдвиговых напряжений в сопровождении прокручивания их отдельных сегментов. Они несут черты срединных и вихревых массивов; такие образования отнесены к субкольцевым (овалоидным) составляющим сдвиговых систем (осевая часть Ингульского мегаблока, купола Днестровско-Бугского мегаблока, центральная часть Западноприазовского блока и

другие).

Показано, что вместе с преобразованиями структурных рисунков мегаблоков (Среднеприднепровского и Приазовского) в несколько докембрийских этапов, эволюционировал и химический состав гранитоидов, составляющих (вместе с гнейсово-кристаллосланцевыми образованиями) этот рисунок.

Обосновано, что охарактеризованные U-, или U-Th- перспективные объекты являются самоподобными, высокоупорядоченными дислокационными структурами и занимают закономерные структурные позиции в палеопротерозойском структурном рисунке УЩ. Кроме этого установлено, что U, Th-рудные и вмещающие геологические тела имеют подобную морфологию, элементы залегания, количество минеральных генераций и малых структурных форм; также показано, что содержания полезных компонентов (непосредственно U, Th) рудных тел закономерно увеличиваются от палеоархейских до палеопротерозойских, во вмещающих образованиях наоборот – уменьшаются. Наиболее существенные концентрации U и Th приурочены к складчато-, вихреобразным структурным формам палеопротерозойских сдвиговых зон, сформированным на четвертом-пятом этапах структурно-вещественной эволюции кристаллического фундамента.

Все собранные факты свидетельствуют, что U, Th-рудные тела формировались благодаря тем же многоэтапным структурно-вещественным трансформациям, что и вмещающие геологические тела. При этом структурно-вещественные преобразования не накладывались на уже существующие складчатые формы, а они происходили одновременно в несколько этапов во всем объеме исследуемых фрагментов фундамента с образованием складкоподобных рудоперспективних объектов. Поэтому рудоперспективные тела занимают фиксированные структурные ячейки в палеопротерозойском структурном рисунке, которые маркируют разноранговые присдвиговые тени давлений. Это, T, S, Θ и δ – структурные позиции. То есть, генезис U, Th- рудных залежей, в пределах исследованных фрагментов щита, соответствует тектоно-метаморфогенному типу.

Приуроченность U, Th- рудных залежей к конкретным структурным позициям в палеопротерозойском структурном рисунке определено, как ведущий поисковый критерий. Дан прогноз местонахождения новых подобных таких объектов.

Созданы поэтапные модели формирования докембрийской структуры мегаблоков УЩ в результате многоактных структурно-вещественных трансформаций кристаллического основания. Показана структурная и вещественная взаимосвязь становления U, Th-перспективных объектов с образованием докембрийских структурных узоров мегаблоков УЩ на третьем-пятом этапах их развития.

Построена универсальная поэтапная модель структурно-вещественной эволюции одиночной рудоперспективной структуры. Она может быть применена к разным мегаблокам и их уровням структурно-вещественной организации.

Ключевые слова: дислокационная система, сдвиг, генерации структур, рудные тела, структурные позиции.

ABSTRACT

Osmachko L.S. **Geodynamic conditions of formation of precambrian structure and separate ore-perspective objects of the Ukrainian shield.** – Qualification scientific work with the manuscript copyright.

The dissertation for a doctor of Geological science degree in speciality 04.00.01 «General and regional geology». – M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine, Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, 2020.

It was established that in all megabloks and suture zones of Ukrainian Shield (USh), tectonic rearrangements were manifested similarly: in several stages of structural-material transformations of a crystalline base when the direction of the paleo-strain was changed and mainly by a regressive change in the pressure-temperature conditions of these alterations. Namely, in all megablocks of the USh there is a change in the structural plans from the north-eastern strike, through the meridional, north-west to the repeated submeridional and north-eastern. The dislocation transformations for the first three structural plans corresponded to the P-T conditions granulite-amphibolite of metamorphic facies; they were formed by geological bodies with age > 3.2, 3.2 and 2.8 billion years. Dislocation transformations in the formation of repeated submeridional and north-eastern structural plans corresponded to the conditions from amphibolite to green-schist facies of metamorphism; they are formed by geological bodies with age of 2.0 and 1.8 billion years. Younger tectonic deformations occurred in cold conditions and did not significantly change the structure of the USh formed in the Paleoproterozoic.

A similar manifestation of structural plans changes for all megablocks USh shows that at the appropriate stages of tectonic reorganization all megablocks had common conditions tectogenesis and the formation of structural patterns in them occurred under the influence of general, probably global, tectonic stresses.

Each of the above-mentioned tectonic impulses provoked the formation of new rock bodies, the interaction of which a cross (hybrid) structural pattern of the USh created. The structural and material transformations of the fourth of the selected stages (~ 2.0 billion years ago) were revealed most total, with the formation of essentially shear dislocation systems. This is the Priazov dislocation system (Priazovsky megablock of USh and OPsZ), Ingulska (Ingul megablock and adjoining suture zones), and others. These systems are formed by geological bodies of several higher levels and generations. At each of the levels (from the macro-to-micro level of the object's organization), these bodies reproduce synshear structural patterns.

The edges of the megablocks (relatively central), as a result of essentially shearing transformations, are more intensively structurally and materially are transformed and, together with the suture zones, are classified as linear components of the shear systems. The central parts of the megablocks USh are relatively weakly altered fragments of the foundation, which were, to varying degrees, survived from early Proterozoic linearizations and were formed due to the separation under the action of shear stresses, accompanied by the scroll of their individual segments. They have features of the median and vortex massifs and are classified as sub-ring (ovaloid) constituent of shear systems (the axial part of the Ingul megablock, the central part of the West-Priazov block, and others).

Characterized U- or U-Th- perspective objects are self-similar, highly ordered dislocation structures and take on the fixed structural positions in the Paleoproterozoic structural pattern of the USh. In addition, it has been shown that U, Th-ore and host body have similar morphologies, elements of occurrence, the number of mineral generations and small structural forms; also – the number of useful components (in particular, U, Th) of ore bodies is regularly increasing from the Paleoarchaean to the Paleoproterozoic, while the opposite is the case in the containing rocks.

U, Th-ore bodies formed due to the same multi-stages structural and material transformations as contained geological bodies. This transformations were not superimposed on the existing fold form, but they occurred simultaneously in several stages throughout the volume of the foundation with the formation of fold-like ore-perspective objects. Therefore, ore-promising bodies are occupied fixed structural cells in the Paleoproterozoic structural pattern, which mark the different-rank shadow pressure. These are T, S, Θ and δ are structural positions. Such an concrete locate is defined as the leading search criterion. The forecast of the location of new similar objects is given.

Key words: dislocation system, shear, generation of structures, ore bodies, structural positions.

Підписано до друку 15.12.20 р.
Формат 60x90/16. Папір офсетний. Друк різографічний.
Кількість умовних друкованих аркушів 1,9.
Тираж 100 екз. Замовлення № 000556334
Ліцензія від 10.11.2019 2063 000 0000 012219
Надруковано в поліграфії «КРІ print»,
За адресою м. Київ, пров. Політехнічний 1/33