

УДК 550.34+551.311

Г.Т. Продайвода, д-р фіз.-мат. наук,
О.В. Зінченко, канд. геол.-мінералог. наук,
О.О. Козіонова, мол. наук. співроб.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ ОСНОВНИХ ЛІТОТИПІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ЗЕМНОЇ КОРИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА СЕЙСМОГРАВІТАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Розроблено методологічні принципи формування бази даних основних літотипів північно-західної частини Українського щита для вирішення задачі глибинного картування асоціацій гірських порід за даними сейсмогравітаційного методу. Визначено основні літотипи регіону, з урахуванням їх відносної поширеності, та їх хімічний і мінералогічний склад. Проведено оцінку надійності кількісних перерахунків хімічного складу петрохімічним методом.

Methodological principles of formation of main lithotypes database for north-west region of Ukrainian shield for solution for deep mapping task of rock associations based on seismogravitational method have been developed. Main lithotypes of region and their chemical and mineralogical composition have been identified. Estimation of reliability of calculation of chemical composition by petrochemical method has been implemented.

Вступ. Глибинні дослідження петрографії і петрохімії докембрійських комплексів мають велике значення для з'ясування умов їх формування і закономірностей локалізації родовищ корисних копалин, а також для визначення природи сейсмічних меж у земній корі. Прямі геологічні дослідження верхньої частини земної кори, зокрема буріння глибоких і надглибоких свердловин, свідчать про наявність неоднорідностей різного масштабу, які коливаються від одиниць метрів до кількох і більше кілометрів. Це створює значні труднощі для широкого зіставлення сейсмічних даних, одержаних при регіональних дослідженнях, з певними типами гірських порід, які мають незначну вертикальну і латеральну поширеність. Установлені також значні латеральні і вертикальні зміни геофізичних параметрів від однієї ділянки до іншої, а унікальна природа кожної із ділянок земної кори свідчить про те, що переміщення і деформації в земній корі, імовірно, є загально поширеними. Модель простої шаруватості кори не відповідає дійсності. Одержано багато ознак значної структурної складності, зумовленої циклічністю геологічних процесів, які сприяли ускладненню будови кори в значних масштабах. Унаслідок значної сейсмічної неоднорідності земної кори також дуже важко порівнювати дані сейсмічних швидкостей із певними типами гірських порід.

Формування сейсмічних неоднорідностей зумовлене різними геологічними процесами, зокрема, глибинним магматизмом із різними зовнішніми проявами: сполученням анатексису (селективного плавлення) в астеносфері і корі, паратексису (просочування розплаву) і синтексису (взаємодії магми і порід) в активних зонах. Анатексис, як початкова стадія всіх процесів магматизму, є наслідком метаморфізму, тобто є випадком загальної системи фазових переходів у земній корі і мантії.

За даними В.А.Глебовицького [2], у кожній типовій структурі докембрійського Балтійського щита формується свій, характерний лише для неї розріз. Це пов'язано з регіональним метаморфізмом, який викликає фазові переходи: з ультраметаморфізмом, що зумовлює речовинну диференціацію кори, та магматизмом, який є причиною її акреції і диференціації мантії речовини. Разом з тим, ґрунтуючись на петрологічних даних, можна зробити висновок лише про принципи можливості формування внутрішньокорових неоднорідностей. Обґрунтоване прогно-

зування глибинної будови можливо при використанні і петрологічних, і геофізичних даних.

Ю.Г.Леонов [3] вважає, що природа відбиваючих сейсмічних меж у нижній корі зумовлена комбінованим ефектом двох головних факторів: тектонічного (за рахунок пластичної течії) і магматичного. У різних геодинамічних ситуаціях і на різних глибинах відносна роль цих факторів може змінюватись. На його думку, яку роль не відігравали інтрузії в нижній земній корі платформ, найбільшу роль тут відіграють відбиття тектонічної природи. Самі ж магматичні породи в умовах розтягжіння літосфери стають також об'єктами пластичної течії. Зрозуміло, що процеси тектонічної течії і деформації невід'ємні від метаморфічних перетворень, роль яких у формуванні глибинної розширеної очевидна, включаючи механізми часткового плавлення і рекристалізації, які забезпечують можливість переміщення пластин уздовж в'язких сколів у глибинних умовах. На характер і локалізацію деформацій, крім того, впливає поведінка флюїдів, зумовлена геодинамічним режимом і структурою конкретно ділянки земної кори. Існуючі напруги в земній корі, зумовлені гравітаційними та тектонічними силами, а також градієнтом температурного поля, можуть спричинити переміщення та деформації. Експериментально доведено існування явища ділатансії в гірських породах [4; 5]. Зусилля зсуву, необхідні для початку ділатансії, різко знижуються при підвищенні температури (за $T \geq 500^\circ\text{C}$ приблизно в 2 рази). Явище ділатансії зводиться до кінематичного взаємозв'язку об'ємних і зсувних деформацій. Зіставлення експериментальних даних з руйнування гранітів із розрізом земної кори [5] показує, що характерні рівні тисків і температур, за яких відбувається зміна механізмів руйнування, приблизно відповідає межам кори. Нижче межі М (1 ГПа , 600°C або 35 км – нормальна континентальна кора) породи деформуються як істинно пластичне тіло (дислокаційний механізм). Вище межі М руйнування визначається мікротріщинами, хоча і називається псевдопластичним. Тут міцність гірських порід менша, ніж сухе тертя між берегами тріщин. Вище межі К ($P=0,6\text{ ГПа}$, $T=400^\circ\text{C}$) ці величини зіставні. Відбувається локалізація мікротріщин у смугу з появою макророзломів. Вище межі Форша (хвильовід) сухе тертя набагато ме-

нше міцності і відбувається формування нахилених тріщин. Вище хвилюводу тріщини вертикальні.

Таким чином, зміна механічної поведінки гірських порід також спричиняє формування сейсмічних неоднорідностей, які відображають сучасний напружений стан і тепловий режим земної кори і накладаються на сейсмічні неоднорідності, що утворилися в процесі формування земної кори.

С.В.Соболев, А.Ю.Бабейко [6] запропонували метод петрофізичного моделювання, який дозволяє розраховувати рівноважні мінералогічні склади, щільність і пружні властивості гірських порід за їх валовим хімічним складом і *PT*-умовами рівноваги. Для розрахунків мінералогічного складу гірської породи використовується метод прямої мінімізації енергії Гіббса 8-компонентної багатофазної замкненої термодинамічної системи ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{FeO} - \text{MgO} - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$), яка включає основні породоутворювальні мінерали безводних гірських порід. Запропонована термодинамічна модель дозволила розрахувати рівноважні мінералогічні склади безводних гірських порід широкого спектру валового хімічного складу в *PT*-умовах літосфери. Усі розглянуті ними породи можуть зазнавати перетворення від мінеральних асоціацій, які збагачені плагіоклазом (низькі тиски), до асоціацій, збагачених гранатом і клінопіроксеном (високі тиски). Унаслідок цих перетворень щільність і пружні властивості значно зростають. Структурні перетворення в кислих, середніх і основних породах контролюються переважно такими реакціями:

$\text{Orx} + \text{An} = \text{Gr} + \text{Q}$ (ортопіроксенова реакція);

$\text{Ab} = \text{Jd} + \text{Q}$ (альбітова реакція);

$\text{An} = \text{Gr} + \text{Ky} + \text{Q}$ (анортитова реакція);

$\text{Ol} \pm \text{Orx} + \text{An} = \text{Gr} \pm \text{Cpx}$ (олівінова реакція),

де *Ol* – олівін, *Orx* – ортопіроксен, *Cpx* – клінопіроксен, *Gr* – гранат, *An* – анортит, *Ab* – альбіт, *Ky* – кіаніт, *Jd* – жадеїт.

У кислих породах, які збагачені натрієм і бідні магнієм та залізом, основний вплив на пружні і акустичні властивості має альбітова реакція. Відносна роль інших реакцій збільшується із ростом вмісту магнію та заліза і зменшенні вмісту кремнезему і натрію в породах. Максимальні зміни відбуваються в породах основного складу. В ультраосновних породах, збагачених олівіном, домінує олівінова реакція, яка реалізується за відносно низьких тисків.

В основі геологічного підходу до визначення складу земної кори лежить технологія, згідно з якою дані про речовинний склад (вміст петрогенних оксидів і породоутворювальних мінералів) одержують прямими опробуваннями, а потім інтерполюють одержані результати на глибини. За основну оцінку поширеності об'єкта дослідження приймають співвідношення площ, які вони займають на геологічній карті і співвідношення їх потужностей у геологічному розрізі [12; 13]. Для докембрійських утворень ці оцінки можуть ототожнюватися із співвідношенням об'ємів інтрузивних, метаморфічних, осадових, вулканогенно-осадових, вулканогенних і ультраметаморфічних формацій. За одержаними даними моделюється хімічний склад складних геологічних об'єктів. При цьому на основі оцінок поширеності і хімічного складу гірських порід обчислюють склад геологічних утворень більш високих рангів: формацій, блоків тощо. Прийнятий ієрархічний ряд геологічних об'єктів [12; 13]: 1 – гірська порода; 2 – формація гірських порід, стратиграфічні підрозділи рівня свит; 3 – групи споріднених формацій, стратиграфічний підрозділ рівня серій і комплексів; 4 – структурний блок земної кори; 5 – група блоків, які відповідають певному тектонотипу кори; 6 – сукупність групи блоків (щити); 7 – шари і типи земної кори в цілому. Першим рівнем

збору аналітичної інформації про речовинний склад є гірська порода – літотип.

Проте кількісна оцінка складу геологічних об'єктів, одержаних шляхом прямих лабораторних досліджень на зразках і шліфах гірських порід обмежених розмірів, страждає певною неоднозначністю, оскільки неможливо навіть технічно забезпечити глибинне опробування земної кори. Рекордна глибина Кольської надглибокої свердловини в кристалічних породах сягає лише 12,5 км.

Слабким місцем петрологічних даних, яке заважає їх зіставленню з геофізичними даними, є занадто велика розбіжність у масштабах явищ, що вивчаються. За даними вивчення шліфів і зразків встановлюються закономірності, які відносять до об'єктів, що вимірюються десятками і сотнями метрів. Глибинні структури, які виявляються при геологічній зйомці, мають розміри десятки і сотні кілометрів і залишаються без належного петрографічного висвітлення. Ось чому перенесення петрографічних даних на масиви гірських порід із складною структурою у більшості випадків є некоректним.

Стаття присвячена розробці методологічних принципів формування банку даних основних літотипів північно-західної частини Українського щита для вирішення задачі глибинного картування асоціацій гірських порід за даними сейсмогравітаційного методу з метою оцінки потенційної алмазності і рудоносності території досліджень.

Вибір літотипів. Формування земної кори відбувалося протягом кількох тектоно-магматичних циклів, які чергувалися з періодами активного седиментогенезу і вивітрювання та руйнування порід, чергуванням та накладенням одна на одну областей поширення прогресивного та регресивного метаморфізму різних етапів. Це спричиняє формування великої кількості різних за петрографічним і хімічним складом гірських порід. У роботах [12; 13] з метою оптимізації кількості петрографічних різновидів гірських порід, близьких за генезисом і складом, вводиться поняття літотипів. Для визначення сукупності літотипів, поширених у межах певного стратиграфічного підрозділу або магматичного комплексу, вводиться поняття стратолітотипу. Стратолітотип дозволяє оцінити мінливість складу літотипів залежно від умов їх формування, віку і геологічного положення. Поняття блокостратотипу характеризує представників стратотипів, які розвинуті в межах певного підрозділу розломно-блокового розчленування території досліджень.

Аналіз речовинного складу гірських порід Українського щита показав [13], що всі їх мінерало-петрографічні різновиди можна звести до 20 літотипів: 1 – граніти; 2 – апліт-пегматити; 3 – мігматити; 4 – плагіограніти; 5 – плагіомігматити; 6 – діорити і гранодіорити; 7 – лужні породи; 8 – кислі ефузиви; 9 – середні ефузиви; 10 – основні і ультраосновні ефузиви; 11 – ультраосновні породи; 12 – габроїди; 13 – амфіболіти; 14 – кристалосланці основного складу; 15 – карбонатні породи; 16 – гнейси, кристалосланці кислого і середнього складу; 17 – залізисті сланці; 18 – залізисті кварцити; 19 – кварцити і кварцито-пісковики; 20 – грейзеї, скарноїди, нелужні метасоматити.

Наведені в табл.1 дані про поширеність літотипів у межах Українського щита певною мірою відображають склад верхньої частини (приблизно до глибин 3–5 км) гранітно-метаморфічного шару земної кори.

Груба оцінка поширення головних типів гірських порід Українського щита за даними роботи [13]: гранітоїди – 75 %, метабазити основного і ультраосновного складу (орто- і паропороди) – 11 %, метаморфізовані осадові породи – 12 % (у т. ч. металавровіліти – 10 %, метапсаміти – 2 %, карбонатоліти і залізисті силікати до 1 %).

Літоти́пи північно-західної частини Українського щита. У геолого-структурному плані територія північно-західної частини УЩ охоплює Волинський і північну частину Подільського тектонічних блоків I-го порядку, які у свою чергу диз'юнктивними порушеннями розмежовуються на низку блоків більш високих порядків: Осницький, Новоград-Волинський, Коростенський (у складі Волинського мегаблоку) і Бердичівський (північна частина Подільського мегаблоку). Загальнови́значеної тектонічної схеми поділу території, що вивчається, на блоки високих порядків не існує, оскільки тектонічні лініamenti, що їх розмежовують, являють собою достатньо широкі (до перших десятків кілометрів), часто розгалужені зони інтенсивних пластичних і крихких розломів, ускладнених проявами різновікового магматизму (передусім дайково-базитового), явищами гідротермально-метасоматичної зміни гірських порід тощо. Через це лінії меж блоків можуть не збігатися у різних авторів і, як наслідок, можуть змінюватися конфігурація і розміри самих тектонічних блоків. Сказане насамперед стосується меж Подільського та Волинського мегаблоків, а також контурів (і розмірів) Коростенського блоку, який є важливою складовою останнього. Зокрема, межу між Коростенським та сусіднім на заході Новоград-Волинським блоком, виходячи з геологічної ситуації, коректніше проводити по західному борту широкої (до 7–8 км) Красногорсько-Житомирської тектоно-метасоматичної зони, як це показано на схемі (рис. 1). Крім того, до складу Коростенського блоку включено крайню північно-західну частину однойменного плутону, що перетинається Суццано-Пержанською тектонічною зоною (СПЗ). Розвинена тут асоціація гірських порід, яка відома під назвою "пержанський комплекс", за всіма петрогенетичними ознаками має розглядатися у складі Коростенського плутону. У цьому контексті північна межа останнього збігатиметься з північним бортом СПЗ, трансуючись низкою дрібних габро-анортозитових масивів.

Таблиця 1. Поширеність гірських порід на Українському щиті за даними [13]

Літотип	Площа виходів, км ²	Частка в загальній площі щита, %
Граніти	32570	12,7
Апліт-пегматоїди	2400	0,9
Мігматити	75075	28,9
Плагіограніти	6960	2,7
Плагіомігматити	54770	21,1
Діорити і гранодіорити	15770	6,1
Лужні породи	1640	0,6
Ефузиви: кислі	80	<0,1
середні	610	0,2
основні і ультраосновні	600	0,2
Ультраосновні породи	605	0,2
Габброїди	6150	2,4
Амфіболіти	6035	2,3
Кристалосланці основного складу	12910	5,0
Карбонатні породи	605	0,2
Гнейси, кристалосланці кислого і середнього складу	39800	15,3
Залізисті сланці	100	<0,1
Залізисті кварцити	150	0,1
Кварцити, гравеліти, конгломерати	2100	0



Рис. 1. Схема розломно-блокової тектоніки північно-західної частини Українського щита (з уточненнями авторів статті): 1 – контур Українського щита; 2 – межі блоків I-го порядку; 3 – межі блоків II-го порядку за [13]; 4 – межі блоків II порядку, прийняті авторами. Блоки I-го порядку: I – Волинський; II – Подільський. Блоки II-го порядку: 1 – Горинський; 2 – Осницький; 3 – Коростенський; 4 – Новоград-Волинський; 5 – Бердичівський

Територія кожного з тектонічних блоків Північно-Західного району має своє специфічне геологічне "обличчя", зумовлене історією його геологічного розвитку, а отже, і набором формаційних типів гірських порід, їх складом і відносним поширенням.

Мінімізуючи величезне розмаїття петрографічних типів гірських порід, що беруть участь у геологічній будові приповерхневої частини кристалічного фундаменту Північно-Західного району, нами були виділені такі провідні літоти́пи (табл. 2): граніти, плагіомігматити, діорити і гранодіорити, гнейси і кристалосланці, мігматити гранатові з кордієритом і силіманітом, габро і габро-анортозити, вулканіти та їх гіпабісальні аналоги основного, середнього та кислого складу, карбонатоліти і ультрабазити. Усі інші типи порід магматичного, метаморфічного і метасоматичного походження мають не суттєве значення у складі кристалічного фундаменту території (разом 0,72 %).

Таблиця 2. Основні літоти́пи порід Північно-Західного району Українського щита

Літотип	Відносна поширеність, %
Граніти	26,83
Плагіомігматити	24,12
Діорити і гранодіорити	12,98
Гнейси і кристалосланці	12,34
Мігматити гранатові з кордієритом і силіманітом	8,67
Габро і габро-анортозити	6,23
Вулканіти та їх гіпабісальні аналоги: основні	3,41
середні	1,67
кислі	0,47
Карбонатоліти	1,85
Ультрабазити	0,71
Разом	99,28

Частина перелічених літотипів входить до складу стратифікованих утворень (у ранзі серій та їх окремих світ), які на геологічних картах середнього масштабу (1:500 000–1:200 000) не диференційовано на петрографічні типи. Тому при розрахунку середнього хімічного складу тектонічних блоків автори оперували середніми складами відповідних серій (тетерівської, клесівської, росинської-тікицької, бузької тощо) з урахуванням кількісного співвідношення літотипів, що їх складають. Усього задіяно понад 1650 результатів повного хімічного аналізу кристалічних порід, опублікованих у довідниках [19; 20], монографіях [13; 21–26] та інших виданнях,

присвячених петрохімії провідних літотипів Північно-західного району [27; 28], а також оригінальний фактичний матеріал, що зберігається в банку петрохімічних даних геологічного факультету. Середній склад докембрійських платформних утворень (топільнянська і овруцька серії) наводяться за даними роботи [13]. Середній склад габро-анортозитів коростенського комплексу уточнено, відповідно до новітніх розрахунків [27], а габродолеритів прутівського комплексу та габро-анортозитів Каменської інтрузії за даними роботи [28]. Склад тетерівської серії подається на підставі розрахунків складу стратиграфічно нижньої (гнейсо-сланцевої) частини (василівська, городська свити разом з новоград-волинською товщею) і окремо верхньої (сланцево-карбонатної) частини (кочерівська свита), оскільки остання має суттєвий розвиток, зокрема у північно-східному обрамленні Коростенського плутону. Хімічний склад нижньої частини тетерівської серії розраховувався на підставі таких співвідношень петротипів: гнейси і мікрогнейси – 92 %; амфіболіти і кристалосланці – 5 %; метавулканіти базит-ультрабазитового складу – 1 %; карбонатоліти – 2 %. Частка власне карбонатолітів (мармури, кальцифіри, скарноїди) у складі верхньої частини тетерівської серії (кочерівська свита) прийнята за 60 %, кристалосланців – 30 % і метапсамітів – 10 %.

Склад клесівської серії прийнято як істотно вулканогенний із співвідношенням основних, середніх і кислих ефузивів як 3:2:1 відповідно.

Архейські утворення в межах Північно-Західного району (на рівні його сучасного ерозійного зрізу) мають обмежену поширеність, але їх присутність не виключається на глибинних рівнях Новоград-Волинського та Коростенського блоків. Тому при розрахунках середнього хімічного складу цих блоків автори включили дані з хімізму гранулітів ендербіт-чарнокітової формації (літинський комплекс), піроксенових кристалосланців і гранатових гнейсів дністрово-бузької серії, а також метаморфітів росинсько-тікицької серії. Утворення останньої, разом з мігматитами і ультраметаморфітами Звенигородського комплексу, облямовують на сході Коростенський плутон і зустрічаються у складі тектонічних "вікон" в його північно-східній частині.

Окремо розраховано середній хімічний склад Букинського інтрузиву і решти петротипів однойменного комплексу, представлених переважно породами базит-ультрабазитового ряду.

В останні роки увагу геологів привернули дайкові утворення, з якими пов'язані Cu-Ni та Fe-Ti зруденіння. Тому крім дайкової фації базитів, віднесеної до коростенського комплексу, зроблено підрахунки поширеності габродолеритів прутівського комплексу (трапова формація) [28], та більш давнього дайкового комплексу, представленого діабазами, діоритовими порфіритами, лампрофірами тощо (діабаз-лампрофірова формація [21]), петрохімічно близькими до вулканітів клесівської серії. Дайки обох формацій поширені на території всього Волинського мегаблоку, контролюючись переважно зонами глибинних розломів, і є складовою кристалічного фундаменту.

Платформенні утворення топільнянської та овруцької серій, хоча і займають значну площу (1875 км²) в межах Коростенського блоку, із підрахунків хімічного складу останнього виключено, а їх склад винесено окремим рядком в табл. 3. Хімічний склад порід, що підстеляють виповнені платформенними відкладами грабен-синклінали (Білокоровицьку, Овруцьку і Вільшанську), враховано у відповідних місцях розрахунків. Незважаючи на значну речовинну диференціацію літо- і петротипів північно-західної частини УЦ, середній хімічний склад їх виявився вельми подібним до складу щита в

цілому, хоча і дещо більш основним через відносно більшу поширеність порід базит-ультрабазитового ряду.

Основні петротипи, характерні для кожного з тектонічних блоків II-го порядку, мають свої певні особливості. Основні літотипи та середній хімічний склад для найбільшого Коростенського блоку наведені в табл. 3. Його площа (згідно з прийнятими авторами межами) становить 20625 км², переважаючим петротипом є граніти рапаківі Коростенського плутону – їх частка в загальній площі блоку становить 41,27 %. Менш поширеними є плагіомігматити житомирського комплексу (12,12 %), габро-анортозити Коростенського плутону (11,85 %), породи тетерівської серії (10,03 %) та граніти осницького комплексу (5,57 %). Доля інших петротипів, комплексів, серій та світ не перевищує 5 %, але на окремих ділянках блоку вони можуть відігравати значну роль.

Розглянута авторами північна частина Подільського блоку (Бердичівський блок) займає площу 3325 км². Найбільш поширеним петротипом в цій частині блоку є гранатові мігматити чудново-бердичівського комплексу (42,5 %). Крім них значне поширення мають гранатові гнейси (17 %), граніти бердичівського комплексу (9 %), породи тетерівської серії (12 %), а також кочерівська свита та граніти житомирського комплексу (відповідно 8 і 7,2 %). Породи букинського комплексу займають 4,3 % від загальної площі.

На Новоград-Волинському блоці (розрахована площа 13085 км²) переважають плагіомігматити житомирського комплексу (44,65 %). Також широке розповсюдження мають мігматити бердичівського комплексу (18,03%) та породи тетерівської серії (18,81 %). Інші петротипи, серії і світи займають незначні території – до 4 % від загальної площі (крім діоритів і гранодіоритів житомирського комплексу (6,38 %)).

Осницький блок розглядався як в цілому (загальна площа становить 10715 км²), так і окремо його північна частина (S=7 361,5 км²). Слід відмітити, що в межах цього блоку не має петротипів, які б займали більше 40 % його площі, що можна спостерігати на інших розглянутих блоках. Як і в межах Новоград-Волинського блоку, провідним петротипом Осницького блоку є плагіомігматити житомирського комплексу (28,39 %). Осницький комплекс представлений діоритами (18,69 %), гранодіоритами (18,14 %) і гранітами (18,14 %), інші породи комплексу: габроїди і сієніти займають відповідно 2,75 і 0,61 % від загальної площі блоку. Серед інших петротипів найпоширенішими є породи клесівської серії: діабазы (4,96 %), порфірити (3,5 %), дацити та кварцові порфіри (1,75 %). Представники інших петротипів і серій мають незначне поширення (до 1 %). Дещо інша картина спостерігається в північній частині блоку: тут найбільш поширений саме осницький комплекс (діорити – 21,9 %, гранодіорити 21,22 %, граніти 26,32 %), породи якого займають понад 70 % від площі північної частини блоку. Менш поширені плагіомігматити житомирського комплексу (8,36 %), діабазы (7,22 %) і порфірити (5,09 %) клесівської серії. Інші петротипи займають до 2,5 % площі, що розглядається.

Середній хімічний склад літотипів. За допомогою сейсмогравітаційного методу визначається валовий мінералогічний склад порід, який завдяки петрохімічному методу перераховується у валовий хімічний склад в деякому макроскопічному об'ємі земної кори. У подальшому необхідно за даними хімічного складу основних літотипів розрахувати їхній можливий кількісний склад. У зв'язку з цим зроблено спробу оцінити надійність таких кількісних перерахунків хімічного складу.

Одержаний авторами статті петрографічний матеріал було використано для апробації програми для роз-

рахунку хімічного складу гірських порід за даними про кількість породоутворювальних мінералів за С.П.Соловйовим [29]. Ця програма дозволяє отримати хімічний склад гірських порід на основі їх мінерального складу та хімічного складу мінералів.

У результаті перерахунків був отриманий вміст основних породоутворювальних оксидів: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O для основних літотипів Північного Заходу Українського щита. Отримані результати наведені в табл. 4: колонки I – середній хі-

мічний склад, одержаний при формуванні бази даних основних літотипів регіону; колонки II – розрахований хімічний склад літотипів.

На рис. 2 представлено вміст кремнекислоти, розрахований із складу породоутворювальних мінералів та одержаний шляхом осереднення прямих петрографічних вимірювань для 28 літотипів. Як можна бачити, криві дуже добре корелюються – максимальна розбіжність для окремих типів порід не перевищує 4 %.

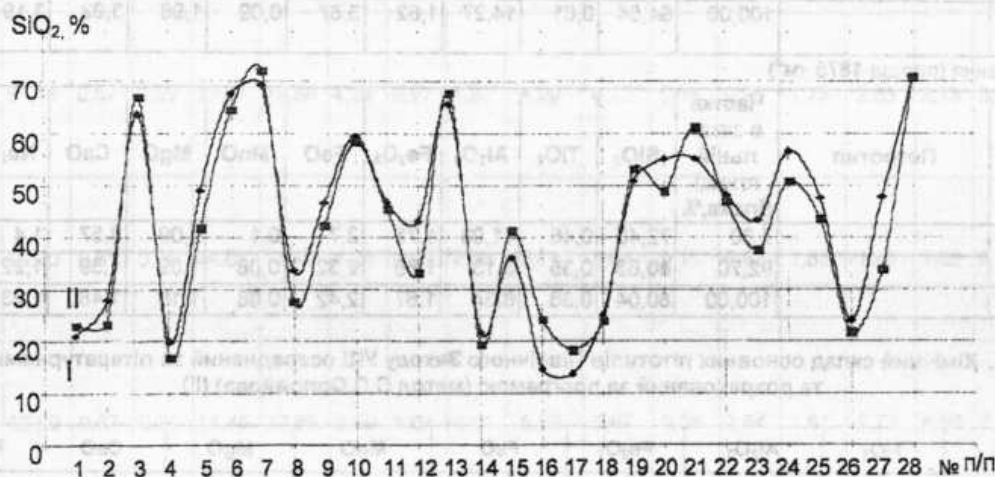


Рис. 2. Вміст SiO_2 за літературними даними (I) та розрахований за методом С.П.Соловйова (II).
№ л/п – літотип (див. табл. 4)

Для інших породоутворювальних оксидів отримані результати також достатньо добре узгоджуються. Так, для Al_2O_3 максимальна розбіжність сягає 6 % для габродолеритів (№ 2), для інших порід різниця між осередненими і розрахованими значеннями не перевищує 4 %. Для лугів (Na_2O , K_2O) розбіжність коливається в межах 1 %, крім плагіомігматитів житомирського комплексу (№ 11) та порфіритів (№ 27), в яких вона сягає 1,6 %. Найбільша

розбіжність спостерігається для Fe_2O_3 та FeO , але значне коливання також характерне і для петрографічних визначень цих оксидів прямими методами. Для всіх породоутворювальних оксидів одержані при розрахунках значення лежать у межах довірчого інтервалу, що був отриманий при осередненні великої кількості даних.

Таблиця 3. Основні літотиби та середній хімічний склад Коростенського блоку Українського щита (площа 20625 км²)

Комплекс, серія, світа	Петротип	Частка в загальній площі, %	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
Коростенський комплекс	Габро-анортозити	11,85	50,5	1,49	21,13	1,67	6,84	0,09	2,58	9,41	3,82	0,87	0,49
	Габро-долерити, долерити	0,59	53,94	2,29	14,09	2,59	10,02	0,14	2,78	5,23	3,21	2,68	0,73
	Граніти рапаківі	41,27	71,90	0,35	12,91	1,09	3,05	0,04	0,32	1,11	3,35	5,40	0,17
Осницький комплекс	Габроїди	0,36	49,95	1,04	15,70	4,78	7,03	0,13	6,45	8,51	2,88	1,23	0,51
	Гранодіорити	1,79	64,47	0,46	17,11	2,02	2,64	0,09	1,52	2,76	3,66	4,15	0,21
	Граніти	5,57	73,86	0,18	13,24	0,94	1,35	0,06	0,55	1,41	3,24	4,59	0,07
	Граніт-порфіри	0,18	74,67	0,06	14,45	1,15	0,21	0,03	0,21	0,26	3,79	4,17	0,08
Житомирський та шереметівський комплекси	Граніти	0,85	69,77	0,31	14,62	1,00	2,03	0,07	0,92	1,46	3,39	4,38	0,20
	Плагіомігматити	12,79	63,39	0,67	14,45	2,89	4,11	0,07	2,64	2,77	2,96	2,84	0,23
Кишинський комплекс	Граніти порфіроподібні	1,88	72,80	0,16	13,19	1,06	0,05	0,85	0,85	1,73	4,10	4,33	0,13
Букинський комплекс	Базит-ультрабазити	0,70	50,79	0,71	7,97	3,28	8,17	0,13	14,26	9,49	1,15	1,05	0,19
Прутівський комплекс	Габро-долерити	1,51	47,31	1,25	15,67	3,28	9,41	0,15	7,72	9,31	2,29	0,65	0,27
Дайковий комплекс	Діабазити, лампрофіри	2,36	52,48	1,82	15,87	4,37	7,57	0,18	4,57	6,51	3,21	1,90	0,82
Звенигородський комплекс	Діорити, гранодіорити	1,09	65,43	0,32	16,41	1,68	3,10	0,08	1,64	4,19	4,61	1,49	0,09
Бердичівський комплекс	Мігматити	1,79	67,52	0,41	15,78	2,06	3	0,04	1,78	2,29	3,42	2,72	0,2

Комплекс, серія, світа	Петротип	Частка в загальній площі, %	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Тетерівська серія: -василівська та городська світи -кочерівська світа	Гнейси, кристало-сл., амфіболіти	10,03	64,07	0,60	14,53	1,64	4,39	0,07	3,07	3,16	2,83	2,63	0,20
	Карбонатоліти, кристалосланці	4,61	37,09	0,38	7,04	1,10	2,38	0,26	7,73	20,87	1,32	0,96	0,08
Росинсько-тікицька серія	Кристалосланці	0,79	61,59	0,59	15,57	1,61	4,22	0,11	3,88	4,29	3,04	2,68	0,16
Середній склад блоку		100,00	64,54	0,61	14,27	1,62	3,87	0,09	1,96	3,92	3,19	3,62	0,23

Платформні утворення (площа 1875 км²)

Серія	Петротип	Частка в загальній площі блоку, %	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Топільнянська		7,30	72,48	0,46	11,03	1,75	3,7	0,1	2,09	2,57	1,4	1,89	0,14
Овруцька		92,70	80,63	0,35	8,13	1,66	2,32	0,08	1,09	1,39	1,22	1,72	0,11
Середній склад		100,00	80,04	0,36	8,34	1,67	2,42	0,08	1,16	1,48	1,23	1,73	0,11

Таблиця 4. Хімічний склад основних літотипів Північного Заходу УЩ осереднений за літературними даними (I) та розрахований за програмою (метод С.П.Соловйова) (II)

Комплекс, серія	Літотип	SiO ₂		TiO ₂		Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃		FeO		MnO		MgO		CaO		Na ₂ O		K ₂ O	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Коростенський комп.	Габро-анортозити	50,5	51,48	1,49	0,13	21,1	20,24	1,67	0,91	6,84	8,54	0,09	0,48	2,58	4,11	9,41	10,16	3,82	3,77	0,87	0,20
	Габро-долерити, долерити	53,94	51,63	2,29	0,17	14,1	20,52	2,59	0,71	10	7,37	0,14	0,11	2,78	5,32	5,23	8,86	3,21	4,01	2,68	1,30
	Граніти рапаківі	71,90	73,54	0,35	0,13	12,91	13,27	1,09	0,46	3,05	1,66	0,04	0,13	0,32	0,43	1,11	0,90	3,35	3,64	5,40	5,85
Осницький комп.	Габроїди	49,95	48,38	1,04	0,63	15,70	17,10	4,78	2,71	7,03	11,31	0,13	0,43	6,45	6,47	8,51	9,17	2,88	1,97	1,23	1,81
	Гранодіорити	64,47	60,86	0,46	0,34	17,11	17,63	2,02	1,25	2,64	5,61	0,09	0,15	1,52	2,54	2,76	4,17	3,66	4,16	4,15	3,29
	Граніти	73,86	72,28	0,18	0,15	13,24	13,83	0,94	0,53	1,35	2,31	0,06	0,13	0,55	0,90	1,41	1,51	3,24	3,08	4,59	5,28
	Граніт-порфіри	74,67	76,07	0,06	0,11	14,45	12,37	1,15	0,42	0,21	1,45	0,03	0,11	0,21	0,69	0,26	0,87	3,79	3,54	4,17	4,37

Продовження таблиці

Комплекс, серія	Літогип	SiO ₂		TiO ₂		Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃		FeO		MnO		MgO		CaO		Na ₂ O		K ₂ O	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Житомирський і шереметівський комп.	Діорити	56,77	53,77	0,87	0,50	17,27	18,81	3,98	1,89	4,20	8,21	0,11	0,18	3,41	4,12	5,29	6,43	3,52	3,82	2,69	2,26
	Сієніти, граносієніти	63,36	61,14	0,57	0,29	16,67	18,66	4,24	0,97	1,82	4,09	0,13	0,19	0,76	1,73	2,53	2,13	3,10	4,04	5,48	6,76
	Граніти	69,77	69,20	0,31	0,39	14,62	14,40	1,00	0,99	2,03	3,71	0,07	0,11	0,92	1,53	1,46	1,63	3,39	3,34	4,38	4,69
Житомирський і шереметівський комп.	Плагіоміатити	63,39	62,69	0,67	0,35	14,45	17,65	2,89	1,04	4,11	6,02	0,07	0,06	2,64	1,61	2,77	4,93	2,96	4,53	2,84	1,12
	Діорити, гранодіорити	61,55	56,62	0,31	0,58	16,10	18,97	2,85	1,58	3,93	7,50	0,10	0,10	2,73	2,62	3,97	5,10	3,57	4,26	2,83	2,67
	Граніти порфіроподібні	72,80	73,93	0,16	0,17	13,19	13,45	1,06	0,39	0,05	1,94	0,85	0,09	0,85	0,7	1,73	1,58	4,10	3,63	4,33	4,12
Букинський комп.	Базит-ультрабази-ти	50,79	49,68	0,71	0,70	7,97	11,86	3,28	2,55	8,17	9,33	0,13	0,39	14,26	12,88	9,49	10,17	1,15	1,36	1,05	1,08
	Монцодіор., монцоніти	58,05	60,63	0,95	0,54	16,51	17,8	2,23	1,15	5,36	5,66	0,09	0,12	3,40	2,3	5,62	3,68	3,23	4,21	3,05	3,9
	Габро-діорити	47,31	52,1	1,25	0,25	15,7	12,46	3,28	1,29	9,41	8,24	0,15	0,68	7,72	11,2	9,31	11,4	2,29	2,26	0,65	0,15
Пругівський комп.	Габро-анортити	46,85	49,17	0,5	0,24	19,3	17,2	2,52	0,89	5,94	8,56	0,1	0,26	10,2	9,98	8,98	10,6	2,65	2,66	0,49	0,41
	Габро-анортити	46,85	49,17	0,5	0,24	19,3	17,2	2,52	0,89	5,94	8,56	0,1	0,26	10,2	9,98	8,98	10,6	2,65	2,66	0,49	0,41

У цілому треба відмітити те, що петрохімічний метод розрахунку хімічного складу гірських порід на основі складу породоутворювальних мінералів дозволяє отримати результати, близькі до реальних, а отже, може бути використаний для визначення хімічного складу гірських порід.

Висновки. Унаслідок проведеної роботи узагальнені результати регіональних петрохімічних досліджень основних літотипів верхньої частини геологічного розрізу земної кори північно-західної частини Українського щита. Основні літотипи визначенні з урахуванням їх відносної поширеності за даними геологічного геокартування. Одержані результати мають велике значення для геологічної інтерпретації глибинних сейсмогравітаційних досліджень цього регіону. Вони дозволять у майбутньому визначити кількісний склад виділених літотипів у глибинному розрізі земної кори дослідженого регіону та оцінити перспективи його рудоносності.

1. Продайвода Г.Т., Маслов Б.П., Продайвода Т.Г. Сейсмоминералогическая модель континентальной коры и верхней мантии Земли // Физика Земли. – 2003. – № 2. – С. 3–14. 2. Глебовицкий В.А. Вертикальная зональность эндогенных процессов и разрезы земной коры в докембрийских структурах Балтийского щита // Пробл. комплексной интерпретации геолого-геофизических данных. – Л., 1991. – С. 9–24. 3. Леонов Ю.Г. Тектонические критерии интерпретации сейсмических отражающих горизонтов в нижней коре континентов // Геотектоника. – 1993. – № 5. – С. 4–15. 4. Николаевский В.Н. Граница Мохоровичича как предельная глубина хрупко-дилатансионного состояния горных пород // Докл. АН СССР. – 1977. – № 4. – С. 16–28. 5. Николаевский В.Н., Шаров В.И. Разломы и реологическая расслоенность земной коры // Физика Земли. – 1985. – № 1. – С. 16–28. 6. Соболев С.В., Бабейко А.Ю. Расчет фазовых равновесий и упругих свойств магматических горных пород // Физика Земли. – 1994. – № 11. – С. 3–19. 7. Тейлор С.Р., Мак-Ленанн С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. – М., 1988. 8. Николаев В.Н. О времени формирования сейсмических отражений в консолидированной земной коре // Докл. РАН. – 1999. – Т. 364. – № 3. – С. 378–381. 9. Кулиш Е.А. Методы

определения химического и петрографического составов регионов и геологических комплексов // Литология и минералогия метаморфических комплексов Дальнего Востока. – Хабаровск, 1976. – С. 3–13. 10. Польдерваарт А. Химия земной коры // Земная кора. – М., 1957. – С. 130–157. 11. Раков А.Б., Ярошевский А.А. Новая модель химического состава земной коры // Геохимия. – 1976. – № 12. – С. 1763–1795. 12. Горлицкий Б.А. Химический состав главных структурных блоков Украинского щита // Геохимия. – 1983. – № 7. – С. 1066–1077. 13. Кулиш Е.А., Горлицкий Б.А. Геохимия докембрийских комплексов Украинского и Алданского щитов. – К., 1989. 4. Щербак И.Б., Есипчук К.Е., Орса В.И. и др. Гранитоидные формации Украинского щита. – К., 1984. 15. Голыздра Г.Я. Комплексная интерпретация геофизических полей при изучении глубинного строения земной коры. – М., 1988. 16. Красовский С.С. Гравитационное моделирование глубинных структур земной коры и изостазия. – К., 1989. 17. Козленко В.Г., Костюкевич А.С. Формальное итерационное моделирование как основа совместной интерпретации волнового и гравитационного полей // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1982. – № 5. – С. 12–15. 18. Козленко В.Г., Старостенко В.И., Баранова Е.П., Гурова Н.Ю. Сейсмогравитационное моделирование земной коры: проблема учета тектонического фактора // Физика Земли. – 1997. – № 8. – С. 20–30. 19. Гранитоиды Украинского щита. Петрохимия, геохимия, рудоносность. Справочник / Под ред. Н.П.Щербака. – К., 1993. 20. Сидоров В.М. Химические анализы гранитоидов украинского докембрия. Справочник. – К., 1970. 21. Бухарев В.П. Эволюция докембрийского магматизма западной части Украинского щита. – К., 1992. 22. Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита / К.Е.Есипчук, Е.М.Шермет, О.В.Зинченко и др.; Отв. ред. И.Б.Щербаков. – К., 1990. 23. Кононов Ю.В. Габровые массивы Украинского щита. – К., 1966. 24. Щербак Н.П. Петрология и геохронология докембрия западной части Украинского щита. – К., 1975. 25. Напиев Э.Б. Офиолитовые ассоциации раннего докембрия. – М., 1977. 26. Стрыгин А.И. Петрология и рудные формации докембрия Украинского щита. – К., 1978. 27. Митрохин О.В. Вихідні магми базитів Володарськ-Волинського габро-анортозитового масиву // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – № 25. – 2003. – С. 39–42. 28. Шумлянський Л.В., Зинченко О.В., Моляко В.Г. Геологическое положение и особенности вещественного состава мезопротерозойской трапповой ассоциации Северо-Западного блока Украинского щита // Минерал. журнал. – 2002. – Т. 24. – Вып. 1. – С. 53–63. 29. Соловьев С.П. Химизм магматических горных пород и некоторые вопросы петрохимии. – Л., 1970.