

ВНЕСОК НАУКОВЦІВ ГЕОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА У РОЗВИТОК НАУКОВИХ ШКІЛ – ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА, МИКОЛИ ЄРМАКОВА І ЄВГЕНА ЛАЗЬКА

О. Матковський, М. Павлунь

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, 79005 Львів, Україна
e-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Висвітлено внесок мінералогічних, термобарогеохімічних і структурно-формаційних досліджень науковців геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка у зародження і розвиток наукових шкіл: мінералогічної академіка Євгена Лазаренка, термобарогеохімічної професора Миколи Єрмакова і геології та металогенії докембрію професора Євгена Лазька. Наведено найвагоміші здобутки цих досліджень і розроблених на їх підставі критеріїв процесів мінерало-, петро-, і рудогенезу, прогнозу, пошуків та оцінки руд родовищ корисних копалин, оцінки якості мінеральної сировини, структурно-формаційно- і стратиграфічного розчленування.

Ключові слова: науковці школи, мінералогічна, термобарогеохімічна, геології і металогенії докембрію, мінералогенез, рудогенез, петрогенез, структурно-формаційний аналіз.

На геологічному факультеті Львівського національного університету імені Івана Франка зародилися і розвивалися такі наукові геологічні напрями (в дужках названо їх засновників): мінералогічний (*Є. Лазаренко*), петрографічний (*В. Соболев*), термобарогеохімічний (*М. Єрмаков*), палеонтолого-стратиграфічний (*О. Вялов, В. Горецький*), зні-мально-тектонічний (*Д. Резвой*), докембрійсько-формаційний (заснований *Є. Лазьком*), літологічний (*Д. Бобровник*), кристалографічне вивчення і мінералогічний експеримент (*Г. Піотровський*), вивчення геології горючих копалин (започаткований *В. Порфір'євим* і продовжений *В. Єршовим* та *В. Глушком*). Три з них переросли у відомі наукові школи: мінералогічну академіка Євгена Лазаренка, термобарогеохімічну професора Миколи Єрмакова, геології і металогенії докембрію професора Євгена Лазька (рис. 1) [1].

Нині ці школи офіційно затверджені Міністерством освіти і науки України. В їхньому розвитку головна роль належить науковцям геологічного факультету – засновникам, їх учням і соратникам. Стислі дані про здобутки цих шкіл наведено у книгах “Encyclopedia Львівського національного університету імені Івана Франка” [2, 5, 6]. Досить ґрунтовний аналіз діяльності перших двох шкіл висвітлено у недавніх публікаціях на сторінках “Мінералогічного збірника” [3,4].



Рис. 1. Засновники різних геологічних напрямів і наукових шкіл в Мінералогічному музеї геологічного факультету Львівського університету, 1968. Зліва направо: Василь Горецький (палеонтолого-стратиграфічний напрям), Євген Лазько (школа геології і металогенії докембрію), Дмитро Резвой (знімально-тектонічний напрям), Леонід Колтун (декан факультету, один з перших дослідників термобарогеохімічної школи), Євген Лазаренко (мінералогічна школа), Данило Бобровник (літологічний напрям).

Дослідження цих шкіл спрямовані, насамперед, на глибоке мінералогічне і геолого-формаційне вивчення геологічних об'єктів з метою їхнього використання під час розшуків і розвідки, прогнозування й оцінки мінеральної сировини, вирішення деяких дискусійних питань генезису родовищ, стратиграфії, петрології і літології, теоретичних проблем мінералогії і геології. Ці дослідження сприяли відкриттю нових і розширенню перспектив відомих родовищ корисних копалин. Їх виконували співробітники кафедр у тісній співпраці з науково-дослідними підрозділами геологічного факультету (Проблемна і Галузева науково-дослідні лабораторії, лабораторія прикладної термобарогеохімії, Забайкальська експедиція, Інститут геології і мінералогії золота, кольорових металів і алмазів України, наукове керівництво якими забезпечували професори *Є. К. Лазаренко*, *М. П. Єрмаков* і *Є. М. Лазько*), а також з вузівськими, академічними і галузевими науково-дослідними установами та виробничими геологічними організаціями України та інших республік колишнього СРСР (споріднені кафедри Київського, Харківського та Одеського університетів, Криворізького технічного університету, Інститут геохімії і фізики мінералів (нині геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України), Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Інститут мінеральних ресурсів Держкомгеології України (згодом Кримське відділення УкрДГРІ), геологічний факультет Московського державного університету імені М. В. Ломоносова, Інститут геології і геохронології докембрію АН СРСР, Інститут геології зарубіжних країн Міністерства геології СРСР,

Якутське науково-дослідне геологорозвідувальне підприємство ЦНДГРІ АК “АЛРОСА” та ін.).

Мінералогічна школа академіка Євгена Лазаренка. Школа зародилася у Львівському державному університеті імені Івана Франка у другій половині ХХ ст. Її основи закладені кафедрою мінералогії та Львівським геологічним товариством, які майже чверть століття очолював Є. К. Лазаренко. В зародженні та розвитку школи важливу роль відіграли розпочаті регіонально-мінералогічні дослідження Є. К. Лазаренка, кристалохімічні й петрографічні дослідження В. С. Соболева, кристалографічні Г. Л. Піот-ровського і з вивчення включень у мінералах М. П. Єрмакова та їх учнів і послідовників (рис. 2), а також активна діяльність Львівського геологічного товариства (засновано 1945 р.) і започатковані ним публікації “Мінералогічного збірника” (1947), який став першим періодичним мінералогічним виданням в Україні, тематичного збірника “Вопросы минералогии осадочных образований” та інших видань мінералогічного, петрографічного і геохімічного спрямувань; проведення багатьох наукових форумів різного рівня (міжнародних, всесоюзних і республіканських), присвячених найактуальнішим проблемам мінералогії.



Рис. 2. Євген Лазаренко (у центрі) серед учнів – випускників факультету, 1953. Зліва направо: Мартин Сливко, Юрій Пекун, Михайло Фішкін, Геннадій Смирнов.

Особливе значення у розвитку мінералогічної школи Є. Лазаренка відіграли публікації на сторінках “Мінералогічного збірника” відомих нарисів зі структурної мінералогії (1950–1982) академіка М. В. Белова. Відомий російський кристалограф

І. І. Шаф-рановський у книзі “Кристаллографія в СССР (1917–1991)” зазначив: “Огромной заслугой Е. К. Лазаренко является создание “Минералогического сборника”, на страницах которого появилась богатейшая и всем известная серия сообщений академика Н. В. Белова под общим названием “Очерки по структурной минералогии”. Публикация “Очерков”, составивших эпоху в развитии теоретической минералогии, является одной из крупнейших заслуг составителей “Минералогического сборника” и в первую очередь его ответственного редактора Е. К. Лазаренко. Значение этой заслуги трудно переоценить”. На сторінках “Мінералогічного збірника” започатковано чимало публікацій результатів досліджень з важливих наукових напрямів сучасної мінералогії, зокрема, структурної мінералогії і кристаллографії, мінералогічної кристаллографії, термобарогеохімії (вчення про мінералоутворювальне середовище), регіональної мінералогії, космічної мінералогії, друкують матеріали наукових форумів з різних проблем мінералогічної науки й освіти; висвітлюються процеси мінералоутворення, проблеми біомінералогії і прикладної мінералогії, результати досліджень мінералогічного, петрологічного, літологічного, геохімічного і екологічного спрямувань; історії науки.

Започаткували мінералогічну школу перші невеликі монографічні регіонально-мінералогічні праці, опубліковані за редакцією Є. К. Лазаренка: “Минералогия фосфоритовых месторождений Приднестровья” (*Е. П. Фурман*, 1954), “Минералогия гипсовых месторождений Приднестровья” (*С. Г. Дромашко*, 1955), “Исследования турмалинов некоторых месторождений СССР” (*М. М. Слишко*, 1955), “Акцессорные минералы гранитоидов Осницкого комплекса Волини” (*О. И. Матковский*, 1956), “Минералогия бентонитовых глин Западных областей УССР” (*Ю. Ф. Пекун*, 1956), “Минералогия калийных месторождений Восточного Прикарпатья” (*М. С. Коробцова*, 1956), “До мінералогії кори вивітряння Західної Волині” (*Ю. М. Мельник*, 1960), “Минералогия и петрография Чивчинских гор (Украинские Карпаты)” (*О. И. Матковский*, 1971).

Регіонально-мінералогічні дослідження стосувалися, головню, трьох структурно-геологічних одиниць території України: Українського щита і його західного схилу, Волино-Подільської плити та Карпатської складчастої споруди. В межах Українського щита головними об’єктами мінералогічного вивчення були утворення його північно-західної частини: метаморфічні і магматичні породи, пегматити й кори звітряння кіровоградсько-житомирського, осницького і коростенського комплексів та відклади Білокоровицько-Овруцької системи западин. На Волино-Поділлі вивчали рифейські вулканіти венду і пов’язану з ними післявулканічну мінералізацію, а також осадові мінеральні комплекси і пов’язані з ними родовища фосфоритів, гіпсо-ангідритів, самородної сірки, глауконіту тощо. У Карпатському регіоні досліджували давні метаморфічні комплекси Мармароського масиву і пов’язані з ними родовища й рудопрояви, молоді вулканіти і пов’язане з ними золото-поліметалеве, ртутне та інше зруденіння Закарпатського прогину, осадові утворення і пов’язані з ними соляні, озокеритові й інші родовища корисних копалин Передкарпатського прогину.

Результати регіонально-мінералогічних досліджень висвітлені в понад тисячі наукових публікацій і в десятках наукових звітів, захищених дисертаційних роботах та монографічних працях. До перших фундаментальних монографічних зведень належать: “Минералогия выверженных комплексов Западной Волини” (*Є. К. Лазаренко, О. І. Матковський, О. М. Винар, В. П. Шашкіна, Г. М. Гнатів*, 1960); “Минералогия осадочных

утворень Прикарпаття” (Є. К. Лазаренко, М. П. Габінет, О. П. Сливко, 1962); “Мінералогія Закарпаття” (Є. К. Лазаренко, Э. А. Лазаренко, Э. К. Барышников, О. А. Малыгина, 1963); “Мінералогія Поділля” (Є. К. Лазаренко, Б. І. Сребродольський, 1969); “Мінералогія и генезис камерных пегматитов Волыни” (Є. К. Лазаренко, В. Т. Латыш, В. И. Павлишин, Ю. Г. Сорокин, 1973).

У цих працях детальному опису мінералів відповідно до їхньої кристалохімічної систематики передують дані щодо історії геологічних досліджень у регіоні, короткий нарис геологічної будови і характеристика мінеральних комплексів. Мінерали схарактеризовано з різним ступенем детальності та можливості вивчення на відповідний період. У всіх випадках для кожного мінералу наведено відомості про місце знаходження, особливості конституції, кристаломорфології та фізичних властивостей. Майже усі праці завершуються генетичною частиною, у якій описано особливості утворення мінеральних комплексів та окремих мінералів за сукупністю геологічних даних і типоморфними мінералогічними ознаками. У деяких працях акцентовано увагу і на практичному значенні виконаних досліджень.

Наведені вище монографії високо оцінено з боку геологічної наукової громадськості у спеціальних рецензіях на окремі з них, зокрема, відомих російських мінералогів професора *А. І. Гінзбурга* і академіка *М. П. Юшкіна*, а також українських вчених академіка *Л. Г. Ткачука*, професора *Д. П. Бобровника*, член-кореспондента НАН України *Ю. М. Сеньковського*, доцента *В. Т. Латиша* та ін.

Співробітники факультету є також авторами і співавторами монографій: “Літогенез сірчаних родовищ Прикарпаття” (співавтор *А. А. Ясинська*, 1972); “Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат” (соавторы *О. И. Матковский, А. А. Ясинская*, ч. I, 1976, ч. II, 1977); “Околорудные метасоматиты Закарпаття” (соавторы *О. И. Матковский, Б. Г. Ремешило, В. Б. Степанов*, 1988); “Природные кристаллы Украины” (соавтор *О. И. Матковский*, 1990); “Марганцевые руды Украины” (соавтор *В. О. Хмеливский, Э. А. Янчук*, 1993);

Численними в останньому десятилітті є публікації статей узагальнюючого характеру: про деякі мінерали з геологічних утворень України – барит, апатит й алуніт (*О. Матковський*, 2004, 2006, 2014), – берил і опал (*С. Сливко*, 2005, 2007) та чимало породо- та рудоутворювальних й акцесорних мінералів, з геологічних утворень Українських Карпат – циркону і альмандинових гранатів (*О. Матковський*, 2008, 2009), гідрослюд і змішано-шаруватих силікатів (*П. Білоніжка*, 2009, 2010), смектитів (*П. Білоніжка, О. Матковський*, 2010). Надзвичайно важливою є нещодавня (2017) поява двох оригінальних монографічних праць *Петра Білоніжки* “Геохімічні закономірності формування родовищ калійних солей Передкарпаття” і “Нариси з мінералогії гірського Криму (межиріччя Бодраку і Качі)”.

Серед теоретичних проблем мінералогії, що відображені в працях учених факультету, треба назвати питання, пов’язані з класифікацією різних груп мінералів, їхньою термінологією і номенклатурою, уточненням понять мінеральний індивід, вид і різновид. Багато уваги приділено проблемам кристалохімії мінералів, зокрема виконано дослідження, присвячені суті понять ізоморфізму та ізоморфним заміщенням у мінералах, взаємозв’язку між періодичною системою та ізоморфізмом (*М. М. Сливко*), кристалохімії шаруватих силікатів, особливо змішаношаруватих утворень і силікатів, що містять оксоній (*Є. К. Лазаренко, П. М. Білоніжка, Ю. М. Мельник, В. С. Мельников, У. І. Феношина*), кристалохімії тригональних карбонатів доломітового ряду

(М. М. Сливко, В. І. Павлишин, О. І. Матковський, С. Л. Балабаєва), вивченню валентного стану мангану і деяких кристалохімічних особливостей оксидів і гідроксидів мангану (Е. О. Янчук), виявленню взаємозв'язку склад–оптичні властивості, склад–густина–метрика елементарної комірки для таких мінералів, як сфалерит, бляклі руди, турмалін, слюди, амфіболи тощо (Є. К. Лазаренко, М. М. Сливко, О. І. Матковський, А. А. Ясинська та ін.). Піонерними були дослідження мінералів із застосуванням нових фізичних методів (М. М. Сливко, Е. О. Янчук). Є. К. Лазаренку належать перші спроби класифікації мінералів глин, запропоновані на міжнародному симпозиумі з глин в Англії й опубліковані у двох виданнях: “Nomenclature and classification of the clay minerals” (Clay Mineral. Bull. 1959. Vol. 4. N 21); “О класифікації йлових мінералів” (Časopis pro mineralogii ČSAV. Praha, 1959. Sv. 4. N 1). Вчений разом зі своїми учнями довів, що змішаносхаруваті утворення є самостійними мінералами. Спеціальні публікації присвячені значенню мінералогічної номенклатури і термінології у викладанні геологічних дисциплін (О. І. Матковський, А. А. Ясинська, І. С. Квітко, 1981), аналізу поняття “акцесорні мінерали”, для яких запропоновано таке визначення: “Акцесорними називають мінерали, що утворюють незначну (звичайно до 1 %), однак якісно характерну складову частину гірських порід. Вони містять акцесорні хімічні елементи, які не розсіюються у ґратках головних мінералів, а вже за незначних кількостей у мінералотворному середовищі (за можливого часткового розсіяння окремих із них у головних мінералах) стають насиченими й кристалізуються у вигляді самостійних акцесорних мінералів, причому виділення їх може відбуватися протягом усього формування породи” (О. І. Матковський, 1965, 1968).

Багато публікацій наших науковців присвячено типоморфізму окремих мінералів, зокрема, самородного золота (О. І. Матковський, А. А. Ясинська та ін.), алмазу (З. В. Бартошинський, С. М. Бекеша, І. В. Побережська та ін.), самородної сірки (Б. І. Сребродольський), акцесорних циркону й апатиту (О. І. Матковський, Г. М. Гнатів, Л. В. Косарчин, Є. М. Сливко та ін.), кварцу (О. І. Матковський, Б. Г. Ремешило, Л. З. Скакун, В. Б. Степанов та ін.), різних шаруватих силкатів (П. М. Білоніжка, Ю. М. Мельник, У. І. Феношина та ін.). Типоморфні особливості мінералів схарактеризовані майже у всіх названих вище монографічних працях. Типоморфізму мінералів присвячені спеціальні монографії: “Типоморфізм мінералів полиметаллических и ртутных месторождений Закарпатья” (Б. В. Зацха, В. Н. Квасниці, С. А. Галій, О. І. Матковський, 1984), “Диагностика мінералів марганца” (С. В. Геворк'ян, В. С. Ляшенко, Э. А. Янчук, 1991). У цих публікаціях з'ясовано індикаторну роль типоморфних ознак мінералів не тільки генетичного, а й прогнозно-розшуково-оцінного характеру.

У Львівському університеті зародилося поняття мінералогічна кристалографія. Його вперше увів у геологічну літературу 1951 р. Є. К. Лазаренко і сформулював як новий напрям у мінералогії в доповіді “Состояние и задачи минералогической кристаллографии”, оголошеній на першій Всесоюзній міжвідомчій нараді з мінералогічної кристалографії та опублікованій у Мінералогічному збірнику (1967. № 21. Вип. 2). У цій доповіді зазначено, що “мінералогічною кристалографією треба називати розділ кристалографії і, відповідно, мінералогії, який вивчає кристаломорфологію, внутрішню будову й онтогенію мінеральних індивідів та їхніх закономірних зростків”.

Найважливіші дослідження з мінералогічної кристалографії присвячені алмазу (З. В. Бартошинський, С. М. Бекеша, Т. Г. Винниченко, В. П. Жихарева), самородній сірці, бариту й целестину (В. М. Брандбура, Г. О. Вартаресевич, Є. К. Лазаренко, Г. Л. Піотровський, М. М. Сливко, Б. І. Сребродольський), сфалериту (А. А. Ясинська), турмаліну (М. М. Сливко), церуситу (Є. К. Лазаренко, О. І. Матковський), берилу і сидериту (З. В. Бартошинський, О. І. Матковський, Б. І. Сребродольський), топазу і флюориту (М. М. Павлунь, В. Л. Крочук), піриту (М. М. Павлунь). Результати висвітлено в численних публікаціях, в окремих названих вище монографіях з регіональної мінералогії та в монографічній праці “Кристалломорфология алмаза из кимберлитов” (З. В. Бартошинский, В. Н. Квасница, 1991). З. В. Бартошинському належить розробка кристалломорфологічної класифікації алмазу, яка одержала загальне визнання і широко використовується у навчальному процесі та наукових дослідженнях. Зокрема, ця класифікація лягла в основу книги “Атлас с видоизображениями кристаллов алмаза кристалломорфологической классификации З. В. Бартошинского” (1996), автором якої є колишня аспірантка професора З. В. Бартошинського, В. П. Жихарева. Останнім часом І. Т. Бакуменко (2002) розглянув морфологічні особливості й умови утворення різних типів автодеформованих кристалів з неупорядкованою і впорядковано-мозаїчною будовою (зігнуті, скручені та розщеплені).

Напрацювання Є. К. Лазаренка та І. І. Шафрановського, їхніх учнів і послідовників у галузі мінералогічної кристалографії, її розвиток і завдання досить ґрунтовно проаналізовані у спеціальній публікації О. І. Матковського і З. В. Бартошинського “Шляхи розвитку мінералогічної кристалографії” (Мінерал. журн. 1998. Т. 20. № 2), де виділено і схарактеризовано три головні періоди її розвитку: 1) від найдавніших часів до кінця ХХ ст., коли кристалографія перебувала в лоні мінералогії і була її невід’ємною частиною; 2) перша половина ХХ ст. – оформлення кристалографії як самостійної науки, її поступовий відхід від мінералогії в бік фізики і хімії; 3) друга половина ХХ ст. – оформлення мінералогічної кристалографії в самостійну наукову дисципліну. Автори зазначили, що на кінець ХХ ст. мінералогічна кристалографія сформувалась як самостійна наукова дисципліна зі своїми цілями, об’єктами досліджень і методами.

Дослідження з космічної мінералогії розпочато на кафедрі мінералогії з 1960 р. Вони заклали основу нового напрямку в мінералогії, піонером якого є А. А. Ясинська. Результати цих досліджень висвітлені в її численних працях та узагальнені в трьох фундаментальних статтях, опублікованих разом із Є. К. Лазаренком під загальною назвою “Некоторые современные аспекты комической минералогии” (Мінерал. зб. 1970. № 24. Вип. 4; 1972. № 26. Вип. 1; 1976. № 30. Вип. 2). Значну увагу приділено комплексному вивченню складу і різних властивостей мінералів метеоритів та їхньому порівнянню з земними, дослідженню явищ ударного метаморфізму в метеоритних і місячних мінералах, його ролі в алмазоутворенні. А. А. Ясинська запропонувала одну з перших класифікацій ознак ударного метаморфізму в метеоритних мінералах та першу генетичну класифікацію вклучень у мінералах метеоритів і порід Місяця. Вона описала органічну речовину в космічних тілах Сонячної системи, дослідила кам’яні метеорити Княгиня, Пултуск і два нові хондрити Андріївка й Горлівка.

У центрі уваги науковців факультету постійно були і є проблеми прикладної мінералогії. До перших публікацій прикладного характеру належать монографії “Надрові багатства західних областей України” (Є. К. Лазаренко, 1946) та “Агрономічні

руди України” (Є. К. Лазаренко, Д. Н. Коваленко, 1966). Нові можливості мінералогічних досліджень у вирішенні прикладних завдань є у публікації Є. К. Лазаренка і З. Б. Бартошинського “Роль кристалломорфології в практиці геологических исследований и при оценке качества минерального сырья” (1966). Деякі питання прикладної мінералогії порушені і в статті “Развитие минералогии на Украине за годы Советской власти” (Є. К. Лазаренко, О. И. Матковский, М. М. Сливко, 1967), у якій автори вперше наголосили на важливості й необхідності виконання мінералогічного картування в Україні, доцільність складання за єдиним планом мінералогічних зведень і карт та залучення мінералогічного картування у загальний комплекс методів геологічного вивчення. Ці дослідження пов’язані з розшуково-розвідувальними роботами на п’єзокварцову сировину і коштовне каміння, корінне і розсипне золоте зруденіння, а також на вивчення алмазозносності окремих геологічних структур.

Вивчення благороднометалевого зруденіння в межах Карпатського регіону і білокоровицької структури в північно-західній частині УЩ, супроводжувалось великомасштабним мінералогічним картуванням, окремі аспекти методики якого схарактеризовано у спеціальній публікації О. І. Матковського і Л. З. Скакуна “Мінералогічне картування під час розшукових та розвідувальних робіт на золото” (Мінерал. зб. 1995. № 48. Вип. 1). Результати досліджень золотозносності висвітлено у наукових звітах і багатьох публікаціях, авторами яких є: по Карпатському регіону – Є. К. Лазаренко, О. І. Матковський, Н. М. Разумєєва, Б. Г. Ремешило, Л. З. Скакун, В. Б. Степанов, А. А. Ясинська та ін.; по Українському щиту – О. І. Матковський, І. В. Мудровська, Л. З. Скакун, Є. М. Сливко, У. І. Феношина та ін. Частину цих публікацій вміщено у двох спеціальних вісниках Львівського університету, серія геологічна: “Золото в надрах України” (1992. № 12), “Перспективи золотозносності надр України” (1994. № 13). Науковці факультету є також співавторами монографій: “Месторождения золота в гнейсовых комплексах докембрия Украинского щита” (Г. М. Яценко, Є. М. Сливко, 1998); “Майське золоторудне родовище (геологія, речовинний склад, модель утворення)” (О. Б. Бобров, А. О. Сіворонов, Л. З. Скакун та ін., 2000). Перші узагальнення щодо золотозносності Українських Карпат наведено в публікаціях “Некоторые проблемы золотозносности Украинских Карпат” (Є. К. Лазаренко, О. И. Матковский, 1975); “Родовища та рудопрояви золота Українських Карпат” (О. І. Матковський, 1992). У них виділено і схарактеризовано золотозносні райони з корінною і розсипною мінералізацією, виконано генетичну типізацію і формаційне розчленування золотого зруденіння, наголошено на перспективності корінної золотозносності, що підтверджено відкриттям і навіть частковим освоєнням відомих родовищ золота в Берегівському (Берегівське і Мужівське) та Рахівському (Сауляк) рудних районах.

Алмазозносна тематика пов’язана з вивченням кристаломорфології та деяких фізичних властивостей (люмінесценція, електронно-парамагнітний резонанс, аномальне двозаломлення тощо) алмазів із корінних і розсипних родовищ Ботубінського, Амакінського й Айхальського районів Якутії та Архангельського регіону Росії. Ці дослідження виконували під науковим керівництвом професора З. В. Бартошинського у тісній співпраці з кафедрою експериментальної фізики Львівського університету і деякими лабораторіями Інституту мінеральних ресурсів. Результати висвітлено в численних наукових звітах, десятках публікацій (З. В. Бартошинський, С. М. Бекеша, Т. Г. Винниченко, В. П. Жихарева, І. В. Побережська та ін.).

Співробітники факультету брали і беруть участь у дослідженні алмазносності України, на території якої виявлено прояви розсипних і корінних алмазів. Результати цих досліджень висвітлено в публікаціях (З. В. Бартошинський, О. П. Бобрісевич, С. М. Бекеша, Є. М. Сливко, У. І. Феношина), а також узагальнено в спеціальному випуску вісника Львівського університету, серія геологічна (1999. Вип. 14) і в монографії “Алмазосные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. Опыт минерагении алмаза” (Г. М. Яценко, Д. С. Гурский, Е. М. Сливко и др., 2002). Мінералогічні особливості конгломератів білокоровицької структури північно-західної частини УЩ у зв’язку з їх алмазосністю продемонстровано в нещодавній публікації О. І. Матковського і Є. М. Сливко (Зап. Укр. мінерал. т-ва, 2015. Т. 12). Прикладну спрямованість має недавня публікація О. І. Матковського і М. М. Павлуна “Гентгельвін, петаліт – яскравий приклад залучення мінералів у практичне використання” (Зап. Укр. мінерал. т-ва, 2016. Т. 13).

За останні три десятиліття науковці факультету особливу увагу приділяють дослідженням, пов’язаним з моделюванням (у тім числі комп’ютерним) процесів мінералоутворення як в геологічних, так і в організмі людини. Зокрема, такими дослідженнями на прикладі вивчення золотого і срібного зруденіння й жовчних камінців присвячено сім кандидатських дисертацій, що їх захистили аспіранти кафедри мінералогії. Дисертацію В. Б. Степанова (1993) присвячено мінералого-геохімічним особливостям золотого зруденіння в доверхнепалеозойських метаморфічних утвореннях Українських Карпат, Л. З. Скакуна (1994) – розробці мінералого-генетичної моделі Мужіївського золото-поліметалевого родовища, І. В. Мудровської (2000) – розробці мінералого-генетичної моделі золотого зруденіння Савранської площі Українського щита, О. В. Ємця (2001) – онтогенезу мінералів срібного зруденіння Берегівського рудного поля, Н. О. Слопотенко (2007) – онтогенезу флюорит-барит-кварцових жил Берегівського рудного поля. Дисертація В. Дяківа (1999) стосувалася мікроструктурної будови жовчних камінців та ролі фрактальної кристалізації в їхньому формуванні, а У. Борняк (2008) – біомінералогічних чинників стійкості жовчних камінців.

Значний доробок мінералогічної школи у підготовці навчально-методичної літератури: підручники – Є. К. Лазаренко “Курс мінералогії” (шість видань – три російською (1951, 1963, 1971), два українською (1958–1964, 1970), одне китайською (1957) мовами). В. І. Павлишин, О. І. Матковський, С. О. Довгий “Генезис мінералів” (два видання – 2003, 2007). О. Матковський, В. Павлишин, Є. Сливко “Основи мінералогії України” (2009); навчальні посібники – П. М. Билоніжска, О. І. Матковський “Геохимия элементов главных подгрупп III группы периодической системы Д. М. Менделеева” (1984), О. І. Матковський, Б. І. Пирогов “Прикладна мінералогія” (2002); конспекти і цикли лекцій – М. М. Сливко “Хімічний склад земної кори”; “Вступні лекції до курсу “геохімія””; “Міграція хімічних елементів у земній корі”; І. Т. Бакуменко, Т. Г. Винниченко. “Кристалографія”; Л. З. Скакун. “Мінералогія” (в трьох частинах); Є. М. Сливко. “Космічна мінералогія”, “Мінералогічний аналіз”, “Загальна геохімія”; С. М. Бекеша, Є. М. Сливко, Н. Т. Білик. “Методи мінералогічних досліджень”; Н. О. Слопотенко, І. Т. Бакуменко. “Кристалографія”.

Важливі дані з мінералогічних досліджень останніх років торкаються катодолюмінесцентного імідж-аналізу як нового методу онтогенічних досліджень, який дає змогу розкрити анатомію індивідів, установити походження флюїдних включень, характер росту, діагностику подій розчинення і регенерації тощо (Н. Слопотенко,

Л. Скакун, Р. Серкіз); мінеральних парагенезисів та Р–Т-еволюції гранат-біотитових порід Хашувато-Завалівської структури на Середньому Побужжі і мінеральних асоціацій графіту на Завалівському родовищі Українського щита (Н. Білик, К. Шакіна, Л. Скакун та ін.); онтогенічних особливостей мінеральних утворень мірабіліту із вторинної ропи та динаміки самоізоляції хвостосховищ і солевідвалів калійних родовищ Передкарпаття (В. Дяків, Х. Цар); геолого-мінералогічної характеристики травертинових проявів на Рахівщині (С. Криль, С. Ціхонь); застосування неруйнівного методу визначення просторової мінливості мінералого-фізичних характеристик піриту і арсенопіриту, позиції самородного золота у кварц-карбонатних сульфідних жилах Бобріківського золото-поліметалевого родовища Донбасу (О. Цільмак, Л. Скакун, О. Литвинович, Р. Серкіз та ін.). Мінералого-геохімічній моделі Бобріківського золоторудного родовища присвячено нещодавно захищену (2016 р.) кандидатську дисертацію О. Цільмак. Прицезійними є експериментальні дослідження перетворень деяких сульфатних мінералів (шеніт, астраханіт, сингеніт (калушит), каїніт, леоніт, карналіт, гіпс та ін.) соляних родовищ Передкарпаття під час нагрівання, продукти якого вивчалися рентгенівським і термічним аналізами. З'ясовано, що у постседиментаційний період, на стадіях пізнього діагенезу і катагенезу, поклади калійних солей зазнали суттєвих змін. Зокрема, відбулася перекристалізація безводних мінералів (галіту, сильвіну), новоутворення кристалів астраханіту, каїніту, чемберситу і фазові перетворення кристалогідратів, а прожилки і гнізда карналіту, галіту, епсоміту в зонах розривних порушень сформувалися із “солянок”, які з'являлися внаслідок виділення води з кристалогідратів у разі термодинамометаморфізму (П. Білоніжка).

Мінералого-лазаренківської школи вперше відкрили в Україні нові мінералогічні види – донбасит $Al_4[(OH)_8(Si,Al)_4O_{10}]$ і тарасовіт $(Na_{1,24}K_{1,18}(H_2O)_{0,61}Ca_{0,18}Al_8 \cdot [(OH)_8Si_{12,65}Al_{3,35}O_{40}] \cdot 2H_2O$ у Донбасі (Є. К. Лазаренко), карпатит $C_{24}H_{12}$ у Закарпатті (Г. Л. Піотровський), ацетамід CH_3CONH_2 і параалюмогідрокальцит $CaAl_2(CO_3)_2(OH)_4 \cdot 6H_2O$ у техногенних продуктах (Б. І. Сребродольський). Відкрито також нові мінеральні різновиди: брункіт – прихованокристалічний сфалерит (виявив Є. К. Лазаренко серед свинцево-цинкових руд Трускавця у Передкарпатті), Mn-феростильпно-мелан – різновид стильпно-мелану (відшукав О. І. Матковський у складі карбонатно-силікатних марганцевих руд Чивчинських гір). Представникам школи належать перші знахідки в Україні дуже рідкісних мінералів – хлорофейту у змінених рифейських вулканітах Західної Волині (В. П. Шакіна), залістого сапоніту в корах звітрювання вивержених порід Західної Волині (Ю. М. Мельник), чемберситу в калійних соляних рудах Передкарпаття (друга знахідка у світі. П. М. Білоніжка, О. М. Винар, В. С. Мельников та ін.), піроксмангіту й данемориту серед манганових силікатно-карбонатних руд Чивчинських гір (С. Синиця, О. Матковський), дафніту (залістого різновиду хлориту) у волинських камерних пегматитах (О. І. Матковський, В. І. Павлишин), граутиту в мангановмісних породах Завалівського графітового родовища (Л. З. Скакун, Б. З. Манчур, А. І. Мартишин) та багато інших. Нещодавно в конгломератах білокоровицької світи північно-західної частини Українського щита виявлено першу знахідку карбиду вольфраму – кусонгіту (І. Г. Яценко, Н. Т. Білик, І. В. Побережська та ін.).

Учені факультету, зокрема кафедри мінералогії, періодично піднімають і висвітлюють стан, перспективи і проблеми мінералогії на різних етапах її розвитку. Зокрема, шляхам розвитку мінералогічної науки присвячено статтю Є. Лазаренка і М.

Сливка в журналах “Советская геология” (1967. № 4) та “International Geological Review” (1967. Vol. 9. № 10). Розвиток і проблеми мінералогії в Україні проаналізовано в таких публікаціях: *Е. К. Лазаренко, О. И. Матковский, М. М. Сливко*. “Развитие минералогии на Украине за годы Советской власти” (1967); *Е. К. Лазаренко, О. И. Матковский*. “Успіхи мінералогії та кристалографії на Україні в роки Радянської влади” (1967); *О. Л. Литвин, О. И. Матковский, Ю. П. Мельник* і др. “Состояние и задачи минералогических исследований на Украине” (1981); *О. И. Матковский*. “Состояние и задачи регионально-минералогических исследований на Украине” (1983), “Некоторые проблемы и задачи минералогии на современном этапе” (1986), “Стан і перспективи розвитку мінералогії на межі тисячоліть” (2011).

Величезним є доробок з історії науки. Численні статті, монографії, довідково-інформаційні та інші видання стосуються історії розвитку мінералогії загалом та окремих її розділів, внеску видатних учених у розвиток мінералогії, передусім таких корифеїв мінералогічної науки, як академіки *М. В. Бєлов, В. І. Вернадський, Є. К. Лазаренко, О. С. Поваренних, В. С. Соболев*, професори *Д. П. Григор'єв, М. П. Єрмаков, І. І. Шафрановський* та інші вчені. Серед монографічних та інших праць варто виокремити такі: “Кафедра мінералогії у Львівському національному університеті імені Івана Франка (1864–2004)” (*О. Матковський, П. Білоніжка, Л. Скакун, Є. Сливко*, 2004); “Академік Євген Лазаренко. Нарис про життєвий і творчий шлях, спогоди, альбом” (автори нарису й упорядники *О. І. Матковський, П. М. Білоніжка, В. І. Павлишин*, 2005); “Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка” (*П. Білоніжка, О. Матковський, М. Павлунь, Є. Сливко*, 2008, 2010); “Євген Лазаренко – видатна постать ХХ ст. (до 100-річчя від дня народження)” (автори доповідей та упорядники *О. Матковський, П. Білоніжка, В. Павлишин*, 2012).

Цікавою є нещодавня публікація щодо реалізації стану задуманих і розпочатих *Євгеном Лазаренком* праць з мінералогії України загалом та Карпатського регіону. Її скорочений варіант під загальною назвою “Про стан реалізації задуманих і розпочатих *Є. К. Лазаренком* наукових праць з мінералогії України та Карпато-Балканської гірської системи” (автори *О. Матковський, Є. Сливко*) міститься у матеріалах Десятих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка, розширений варіант англійською мовою – у “Мінералогічному збірнику” № 66, вип. 1 (2016).

У цих публікаціях зазначено, що задуми Євгена Костянтиновича не залишилися поза увагою його учнів та послідовників. У 1990 р. вийшла праця великого колективу авторів – представників лазаренківської мінералогічної школи “Минералы Украины. Краткий справочник” за редакцією академіка *М. П. Щербака*. У ній стисло підсумовано наявні на той час дані про мінерали України та наведено аналіз й тогочасну інтерпретацію мінералів, відкритих в Україні, а 2009 р. опубліковано підручник “Основи мінералогії України” (автори *О. Матковський, В. Павлишин, Є. Сливко*), який фактично став першим монографічним зведенням з мінералогії України. Звичайно, у ньому порівняно стисло схарактеризовано тільки найпоширеніші й найважливіші мінерали, відповідно до вимог навчальної програми.

Ще один задум *Є. К. Лазаренка* пов'язаний зі створенням Мінералогічного словника-довідника Карпато-Балканської гірської системи (пізніше – енциклопедії). На жаль, за життя Євгена Костянтиновича цей задум не реалізували. Натомість вирішили спочатку підготувати й опублікувати мінералогічні зведення за окремими країнами-учасницями КБГА, що зумовлено різним станом мінералогічної вивченості надр цих країн. В

Україні послідовники Є. К. Лазаренка здійснили задум свого вчителя публікацією п'ятитомної праці, що видається по лінії КБГА, під загальною назвою "Мінерали Українських Карпат": Простые вещества, теллуриды и сульфиды (1990); Оксиды, гидроксиды, фториды, хлориды и бромиды (1995) – гол. ред. М. П. Щербак; Бораты, фосфаты, арсенаты, молибдаты, сульфаты, карбонаты, органічні мінерали і мінералоїди (2003); Силікати (2011); Процеси мінералоутворення (2014) – гол. ред. О. Матковський, університетські автори: П. Білоніжка, В. Дяків, С. Кріль, О. Матковський, Б. Ремешило, Л. Скакун, Є. Сливко, Н. Словотенко, Б. Сребродольський, В. Степанов, Е. Янчук, А. Ясинська, С. Ціхонь).

Важливими є здобутки представників лазаренківської школи у проведенні досить систематичних періодичних наукових форумів різних рівнів, присвячених різноманітним проблемам мінералогічної науки і освіти. Особливе місце серед них посідають розпочаті 1997 р. наукові Читання імені академіка Євгена Лазаренка, шість (1, 2, 5, 7, 8, 10-ті) з яких відбулися у Львівському університеті. Перші читання присвячено проблемам регіональної мінералогії. На них заслухано одну доповідь, дещо розширений варіант якої опублікований – "Стан і перспективи розвитку регіонально-мінералогічних досліджень в Україні" (О. І. Матковський, В. І. Павлишин, 1998). Авторам належить спроба сучасного мінералогічного районування території України, яка уже на початку ХХІ ст. була дещо доповнена у зв'язку зі створенням першої схематичної карти мінералогічного районування, опублікованої в тезах доповідей міжнародної наукової конференції "Мінералогія: історія, теорія і практика" і на сторінках першого тому "Записок Українського мінералогічного товариства" (О. І. Матковський, Є. М. Сливко, 2004), в підручнику "Основи мінералогії України" (О. І. Матковський, В. І. Павлишин, Є. М. Сливко, 2009). Другі читання (1999) стосувалися проблем генетичної мінералогії, п'яті – проблем мінералогічної кристаллографії (Львів, 2007); шості – розвитку ідей Є. К. Лазаренка в сучасній мінералогії (Львів–Карпати, 2012); восьмі – теми "Мінералогія: сьогодні і майбуття" (Львів–Карпати, 2014); десяті, головню, реалізації задуманих і розпочатих Євгеном Лазаренком наукових праць з мінералогії України та Карпато-Балканської гірської системи (Львів–Карпати, 2016). Матеріали перших, восьмих і десятих читань висвітлено в окремих виданнях, інші – на сторінках "Мінералогічного збірника".

Завершимо огляд внеску науковців факультету у розвиток наукової школи Є. Лазаренка цитатою професора І. І. Шафрановського, наведеної у статті "Е. К. Лазаренко – основатель и глава минералогического центра в Украине": "Тут хотелось бы напомнить о нескольких фактах, которые характеризуют Е. К. Лазаренка как прекрасного организатора и пылкого пропагандиста новаторских направлений нашей науки. Именно с этой целью он объединял и группировал прежде всего самых близких учеников, которых привлекал к своим творческим начинаниям как самых активных сотрудников и соавторов своих замыслов и разрабатываемых тем. Всем запомнилась плеяда его воспитанников, которые стали позднее выдающимися и активными деятелями на ниве минералогии. ... Благодаря организаторскому таланту, увлечению и энергии Евгений Константинович создал в свое время во Львовском университете жизнеспособный и полный интересов центр минералогической науки, который притягивал к себе многих минералогов и кристаллографов. К их числу принадлежит автор ..." (И. И. Шафрановский, 1992).

Термобарогеохімічна школа професора Миколи Єрмакова теж зародилася на геологічному факультеті Львівського університету в кінці 40-х–на початку 50-х років ХХ ст. Її основи започатковані за результатами досліджень включень у мінералах, розпочатих за керівництва і безпосередньою участю *Миколи Порфировича Єрмакова* на кафедрі загальної геології, яку він очолював, і коли нетривалий час був деканом геологічного факультету (1945–1952). Йому належить ініціатива назви нового напрямку геолого-мінералогічної науки – термобарогеохімія, яку офіційно затверджено 1970 р. на Другій Міжнародній нараді Комісії з рудоутворювальних флюїдів у включеннях в Токіо.

Там вона виборолала першість в альтернативній назви “термодинамічна геохімія”. Історично цю галузь знань *М. П. Єрмаков* спочатку назвав вченням про мінералоутворювальне середовище (1957), пізніше вона отримала назву мінералогічної термометрії і барометрії за включеннями у мінералах, а *В. А. Калюжний* 1982 р. запропонував дещо іншу назву – мінералофлюїдологія.

У зародженні і становленні термобарогеохімічної школи важливу роль відіграли:

– створення *М. П. Єрмаковим* першої у світі спеціалізованої лабораторії для дослідження включень і залучення до цих досліджень перших випускників геологічного факультету;

– на початку розпочато переважно дослідження методичного характеру як конструювання нових приладів, удосконалення апаратури для нагрівання включень у повітряному середовищі (камера *М. Єрмакова*) і в контакті з металом (камера *В. Калюжного*), створення і застосування автоматичного термозвукореєстратора (*Ю. Долгов*), розроблення способів і приладдя для ультрамікроскопічних визначень складу і концентрації розчинів окремих включень (*В. Калюжний*);

– підтримка цих досліджень професорами *Є. К. Лазаренком* (тоді деканом геологічного факультету і завідувачем кафедрою мінералогії) і *В. С. Соболевим* (тоді завідувачем кафедрою петрографії);

– перші публікації *М. П. Єрмаковим* результатів власних досліджень і глибокого аналізу досліджень попередників, що комплексно відображені у праці “Критерии познания генезиса минералов и среда рудообразования”, надрукованій 1949 р., яка закріпила пріоритет його досліджень, розпочатих вченим ще у далекі й важкі воєнні роки на родовищах оптичного флюориту на Памірі, і у фундаментальній монографії “Исследования минералообразующих растворов (температура и агрегатное состояние) (1950), за яку він був удостоєний Державної премії СРСР і яка одержала високу оцінку провідних вітчизняних учених і зарубіжних дослідників;

– захищені дисертації – докторська *М. П. Єрмакова* “Исследования температуры и агрегатного состояния минералообразующих растворов” (1950) і *Є. М. Лазька* “Геологические условия формирования пьезокварцевых месторождений Алдана” (1955) з широким залученням досліджень флюїдних включень та кандидатські – *В. Ф. Лесняка* “Выявление генезиса некоторых месторождений Северного Кавказа с помощью термометрического анализа включений в минералах” (1952), *Ю. О. Долгова* “Опыт применения термозвукового анализа к исследованию геологических объектов” (1953), *Є. І. Вульчина* “Материалы к изучению минералообразующих систем” (1953), *Л. І. Колтуна* “Опыт генетического исследования некоторых эндогенных месторождений по включениям в минералах” (1953), *Р. Ф. Сухорського* “Температурный режим образования некоторых хрусталеносных месторождений

Алдана” (1955), *В. А. Калюжного* “Многофазовые включения в минералах (методы изучения состава и отдельные вопросы применения)” (1955), *Н. И. М’язь* “Кристаллогенез и структура кварца хрусталеносных жил Казахстана” (1961), *А. В. Пізнюра* “Особенности генезиса хрусталеносных кварцевых жил Приполярного Урала и Алдана” (1962).

За результатами проведених досліджень (рис. 3) розроблено теоретичні й методичні основи термобарогеохімії та обґрунтовано можливості використання флюїдних включень для з’ясування термобаричних і геохімічних характеристик флюїдного середовища кристалізації мінералів та їхніх парагенезисів, у тім числі для вирішення деяких прикладних завдань на родовищах корисних копалин.



Рис. 3. Перша група дослідників включень у мінералах (геологічний факультет Львівського університету, 1951). Зліва направо сидять: Микола Єрмаков, Ніна М’язь, Андрій Пізнюр; стоять: Володимир Калюжний, Леонід Колтун, Юрій Долгов, Євген Лазько, Василь Лесняк.

Вчення про мінералоутворювальні флюїди лише розпочинало свій шлях, а вже 1949 р. *В. С. Соболев* зазначив таке з приводу вивчення включень у мінералах: “Ключ к окончательному доказательству этих выводов ... лежит, с одной стороны, в изучении критических явлений природных растворов, остатки которых мы имеем в пузырьках, заключенных в минералах, а с другой стороны, связан с разработкой абсолютной температурной градуировки процессов минералообразования, важнейшим методом которой является изучение тех же пузырьков, что детально разобрано в работах *Г. Г. Леммлейна* и *Н. П. Ермакова*” (*В. С. Соболев*, 1949). Потужно підтримав нову науку і *Є. К. Лазаренко*, який наголошував, що саме “При изучении различных закономерностей возникновения, развития и разрушения как отдельных минералов, так и минеральных месторождений важное значение приобретает исследование минералообразующей среды. ... Значительным вкладом в этом отношении являются работы *Н. П. Ермакова*, намечающие пути к установлению объективных критериев

познання процесов мінералообрановання.” (Е. К. Лазаренко, 1951). Це відобразилося і в позитивній рецензії на книгу М. П. Єрмакова “Исследования минералообразующих растворов (температуры и агрегатное состояние)” (Е. К. Лазаренко, Е. М. Лазько, 1951). Є. К. Лазаренко перший звернув увагу на значення включень у мінералах осадових і метаморфічних порід. У 1967 р. він констатував: “Включення можуть стати найважливішими показниками тиску та складу мінералоутворювального середовища і дадуть змогу розшифрувати головні термодинамічні параметри середовища, мінералоутворення та їхню еволюцію, їхнє значення збільшуватиметься відповідно до ступеня розвитку методик і теорії дослідження”.

До 1950 р. включення мінералоутворювального середовища класифікував М. П. Єрмаков за складом й агрегатним станом заповнення вакуолей, за відносним часом і способом консервації в них розчинів і розплавів. Крім обґрунтування, раніше невідомих типів і видів гомогенізації включень, особливо важливим було вирішення нового класу, вірогідно, найпоширеніших первинно-вторинних включень, що самоконсервувалися в субсингенетичних тріщинах мінералів. Такі включення тривалий час уважали епігенетичними і непридатними для генетичних висновків, хоча саме вони є найпоширенішими і представницькими мікрооб’єктами термобарогеохімічних досліджень в багатостадійних рудних родовищах різних генетичних класів і з’ясуванні їхньої природи та для пошуково-прикладного використання. У цей ранній львівський період вченому разом з послідовниками вдалося також перемогти сумніви щодо високих надкритичних температур гомогенізації включень в гідротермальних мінералах (>374 °C) і довести їхню відмінність для різних зон росту кристалів.

1952 р. М. П. Єрмаков переїжджає до Москви, де працює на геологічному факультеті Московського державного університету та активно займається створенням унікального музею – Музею землезнавства, першим директором якого був багато років. Водночас учений продовжує працювати над проблемами термобарогеохімії. За його ініціативи об’єднано в очолювану ним національну секцію термобарогеохімії відділення, що виникли в різних містах колишнього СРСР (Львів, Москва, Ленінград, Новосибірськ, Улан-Уде, Алма-Ата, Ростов на Дону). Започатковуються тісні міжнародні наукові зв’язки, з’являються світового значення капітальні монографічні узагальнення з флюїдних включень у мінералах: “Research on the nature of mineral forming solutions” (N.P. Ermakov et. al. // Ser. of monographs in Earth Sciences. – New York : Pergmon Press, 1965. – Vol. 22. – 743 p.), “Геохимические системы включений в минералах” (1972) і “Термобарогеохимия” (1979, співавтор Ю. О. Долгов). З 1963 р. під егідою М. П. Єрмакова започатковуються періодичні Всесоюзні та регіональні (республіканські) наради, друкують збірники матеріалів і тез доповідей, видають щорічні бібліографічні покажчики вітчизняної та іноземної літератури з термобарогеохімії.

В Україні після переїзду М. П. Єрмакова до Москви термобарогеохімічні дослідження продовжують активно розвиватися не тільки у Львівському університеті, де зародилася термобарогеохімічна школа, а й в академічних інститутах, особливо у двох: Інституті геології корисних копалин АН УРСР (нині Інститут геології і геохімії горючих копалин (ІГГГК) НАН України) у Львові та Інституті геохімії і фізики мінералів АН УРСР (нині Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) ім. М. П. Семененка НАН України) в Києві, у яких виникли нові надзвичайно продуктивні центри термобарогеохімічних досліджень.

Стислий аналіз термобарогеохімічних досліджень провів *Д. К. Возняк* у статті “Розвиток в Україні вивчення флюїдних включень в мінералах” (2005), у праці *М. М. Павлуна* “Історія термобарогеохімічних досліджень на геологічному факультеті: етапи становлення і теоретико-прикладні наслідки” (2012), в публікаціях, присвячених 100-річчю від дня народження *М. П. Єрмакова* “Професор Микола Порфірович Єрмаков – теоретик і засновник нової галузі геологічних знань - термобарогеохімії” (*Ю. Ляхов, О. Матковський, М. Павлунь, А. Сіворонов*, 2013) і “Феномен успіху термобарогеохімії Миколи Єрмакова” (*Г. Кульчицька, Д. Возняк, Д. Черниш*, 2014) та в розділі “Флюїдний режим катагенно-гідротермального процесу періоду формування жильної, прожиткової і вкрапленої мінералізації в осадових товщах” (*І. Наушко, М. Братусь, І. Дудок та ін.*, 2004) в монографічному зведенні “Карпатська нафтогазоносна провінція”. Найповніший аналіз термобарогеохімічних досліджень наведено в уже згадуваній вище публікації (*О. Матковський, І. Наушко, М. Павлунь*, 2017).

У Львівському університеті термобарогеохімічні дослідження (з 60–70 років ХХ ст. і донині) мали переважно прикладний характер і торкалися, головню, ендегенного рудоутворення на прикладі родовищ кольорових, рідкісних і благородних металів різних геолого-генетичних і формаційних типів. Їх проводили на кафедрі пошуків і розвідки родовищ корисних копалин (нині кафедра геології корисних копалин), у Забайкальській експедиції науково-дослідної частини, Проблемній науково-дослідній лабораторії геохімії і глибинних тектонічних процесів, лабораторії прикладної термобарогеохімії – єдиної в колишньому СРСР, а в останнє десятиліття ХХ ст. – в Інституті геології і металогенії золота, кольорових металів та алмазу. Їх очолювали професори *Є. М. Лазько, А. В. Пізнюр*, а наприкінці ХХ–на початку ХХІ ст. – *М. М. Павлунь*. У проблемній лабораторії провели дві апаратні розробки: сконструювали охолоджувальну камеру для виявлення рідкого CO_2 у включеннях і вдосконалену установку для термозвукового аналізу, а також розробили методику аналізу хімічного складу потрійних водних витяжок з флюїдних включень у мінералах (*Н. М'язь, Ж. Сімків*, 1975). Удосконалено методику валового мас-спектрометричного аналізу газового складу флюїдних включень у мінералах і з'ясовано чинники, що впливають на результати аналізу, зокрема запропоновано технологічні кроки з усунення негативного впливу на якість діагностики газового складу (*М. Павлунь, А. Костенко, В. Костін*, 1986).

Неординарними стали методичні підходи Львівської школи ТБГХ і до деяких інших надважливих питань діагностики різних фізико-хімічних параметрів процесів мінерало(рудо)утворення. Зокрема, це стосувалося наріжної проблеми визначення тиску за синтетичними включеннями CO_2 і H_2O і поправок до температури за значеннями величини тиску, еквівалентними глибині утворення мінеральних парагенезисів (родовищ). Спираючись на теоретичні уявлення *Є. Лазька* щодо генетичних і фазових особливостей поширення відповідних пар сингенетичних включень відповідно до бінарної системи $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ за різних термобаричних умов та діагностувавши густину CO_2 за температурою часткової гомогенізації включень CO_2 і дійсною температурою мінералоутворення за включеннями водного розчину, *В. Калюжний* і *Л. Колтун* 1953 р. практично визначили тиск мінералоутворення для умов формування кварцу з поліметалевих родовищ Нагольного Кряжу у Донбасі, що згодом набуло загального і звичного характеру. В цей час важливе значення відіграли дискусійні публікації *Є. Лазаренка, Є. Лазька, А. Пізнюра* “О пневматолитовых процессах в минералах и

месторождениях” (1965) і Ю. Ляхова, С. Лазька, А. Пізнюра “О двойной роли газовой фазы постмагматических растворов в эндогенном минералообразовании” (1965), якими доведено наявність глибинного пневматолізу під час формування мінералів, родовищ та виявлено подвійну роль газової фази постмагматичних розчинів в эндогенному мінералоутворенні.

Ю. Ляхов у публікації “Погрешности при определении давления минералообразования по газовой-жидким включениям с галитом, их причины и пути устранения” (1973) з фізико-хімічного погляду довів, що чим вище концентрація солей у розчинах включень, тим крутіший нахил ізохор буде на РТФ-діаграмі водно-солевих розчинів, а це означає, що навіть за дуже високої температури і концентрації тиск буде нижчим, ніж це уявляли раніше. Вчений дуже предметно розглянув науково-прикладні і методичні можливості використання так званих “ореолів пропарювання”, які закартовуються при декрепітаційному зніманні, профілюванні і каротажі свердловин у статті “Морфометрия околожильных ореолов гидротермального формирования по данным декрепитации” (1979), сформулював загальні дороговкази для реалізації декрепітаційних розшуково-оцінних робіт на різних родовищах. Тоді ж визначено РТ-параметри за включеннями в мінералах ранньоархейських глибокометаморфічних утворень УЩ (А. Сіворонов, А. Росихіна, 1976).

У 1981 р. вийшла друком концептуальна стаття С. Лазька “О термобарогеохимической зональности”, що узагальнила дані про палеотемпературні градієнти, співвідношення комплексів окисних і відновних газів, головних катіонів – аніонів, густини флюїдів тощо та розкрила зміст такої зональності й обґрунтувала просторове розташування зон, що фізико-хімічно оптимально сприятливі для формування відповідного геолого-генетичного і формаційного типу зруденіння з урахуванням структурно-фаціальних умов рудокалізації. Це відобразилося у багатьох пізніших публікаціях: “Термобарогеохимическое моделирование рудных формаций и практика поисково-оценных работ” (С. Лазько, Ю. Ляхов, А. Пізнюр, М. Павлунь, 1990); “Термобарогеохимия у сучасній геології (пошуки, розвідка та експлуатація родовищ)” (С. Лазько, Ю. Ляхов, А. Пізнюр, М. Павлунь, І. Попівняк, 1994) та багато інших.

Серед найвагоміших здобутків наших дослідників зазначимо такі. На підставі великого масиву фактологічних матеріалів з вивчення родовищ W, Mo, Sn, Cu-Mo, Au, Au-Ag, Pb, Zn, Sb, Hg, флюориту, п’єзооптичного кварцу різних постмагматичних формацій науковці факультету прецизійно визначили і модельно реконструювали флюїдний режим ендегенних рудоутворювальних процесів і фізико-хімічні чинники рудоконцентрації з діагностуванням ТБГХ-ознак глибинності перебігу таких процесів щодо синрудної палеоповерхні, особливо для золоторудних формацій, головних рис і чинників ТБГХ-зональності рудних полів та фізико-хімічних передумов й ТБГХ-ознак прогнозування, розшуків та оцінки зруденіння. Розкрито принципи, логіку, методологію, технологію генетичного, структурного (просторового), дослідно-методичного і спеціалізованого ТБГХ-опробування рудних тіл та різних геологічних об’єктів як первинної ланки досліджень за польових умов. Виконано ТБГХ просторово-часове моделювання рудоутворювальних процесів як основи локального прогнозування: побудовано різні комплексні фізико-хімічні моделі з вирізненням й описом їхніх складових – термометричних, барометричних, агрегатно-густинних (фазово-гомогенізаційних), іоно-метричних, гідро- і газохімічних, концентраційно-солевих, декрепітаційних – для родовищ різного геолого-генетичного типу – та

показано зміст їхньої геолого-генетичної і прикладної інтерпретації та використання. З'ясовано відповідні фізико-хімічні рудоконтрольовальні чинники і виявлено та сформульовано головні й другорядні ТБГХ-критерії та ознаки зруденіння, розкрито алгоритми їхнього застосування з позицій багатоетапного (логічного збільшення масштабу) розвитку геологорозвідувального процесу включно з експлуатаційними (видобувними) роботами, коли наявна потреба у передбаченні й оцінці вірогідної просторової поведінки концентраційних і структурно-морфологічних рудних стовпів типу бананців з глибиною.

Результати цих досліджень висвітлюються у численних наукових звітах та докторських дисертаціях: *А. В. Пізнюра, Ю. В. Ляхова, І. В. Попівняка, М. М. Павлуня* і в низці кандидатських дисертацій: *Ю. Ляхова, Ю. Дорошенка, С. Івасіва, І. Попівняка, М. Павлуня, М. Головченка, Ж. Сімків, Т. Павлюка, С. Ціхоня*. Опубліковано багато наукових статей, а також чимало монографічних зведень, першими серед яких були: “Хрусталеносные кварцевые жилы и их генезис (на примере изучения Алданских месторождений горного хрусталя)” (*Е. М. Лазько, 1957*), “Основы анализа физико-химических свойств минералообразующих растворов по включениям в минералах” (*В. Ф. Лесняк, 1964*).

В 1972 р. з'явилися абсолютно новітні “Методические указания по анализу рудообразующих растворов и их применению для прогнозной оценки рудоносных площадей и в практике поисково-разведочных и эксплуатационных работ”, складені *Є. Лазьком і Ю. Ляховим*, які стали першою у світі спробою широкого запровадження ефективних, експресних і порівняно дешевих ТБГХ-досліджень для прогнозування, розшуків та оцінки рудних покладів.

У 1981 р. опубліковано монографію професорів *Є. Лазька, Ю. Ляхова і А. Пізнюра* “Физико-химические основы прогнозирования постмагматического оруденения (по термобарогеохимическим данным)”, у якій розглянуто теоретичні питання фізико-хімічних умов формування і ТБГХ-зональності зруденіння родовищ різних рудних формацій, а третю частину винятково присвячено вирішенню прикладних завдань за даними термобарогеохімії. У 1995 р. видано монографію “Термобарогеохимия золота (прогнозирование, поиски и оценка оруденения)” за редакцією професора *Є. Лазька* (автори *Ю. Ляхов, М. Павлунь, А. Пізнюр, І. Попівняк*), яка стала третьою спробою науковців Львівського університету впровадити в теорію рудогенезу і в практику геологорозвідувальних робіт ТБГХ-методику щодо золоторудних формацій, хоча відображені в ній теоретико-методологічні і прикладні матеріали мають загальне значення.

За останні десятиліття на кафедрі геології корисних копалин продовжуються активні термобарогеохімічні дослідження, головню, золоторудних родовищ України (Юріївське, Майське, Балка Золота, Українського щита, Мужіївське, Сауляк, Білий Потік тощо в Українських Карпатах). Дуже плідні термобарогеохімічні дослідження петрогенезису породних утворень нижньоархейського чарнокіт-гранулітового комплексу УЩ та пов'язаного з ним Майського золоторудного родовища висвітлено у статті “Флюїдний режим процесів петрорудогенезу та термобарогеохімічні критерії золоторудних зон Майського родовища” (*І. Бакуменко, О. Бобров, М. Павлунь, А. Сіворонов*). Цьому родовищу присвячено невелику монографічну працю “Майське золоторудне родовище (геологія, речовинний склад, модель утворення)” (*Бобров О. Б., Сіворонов А. О., Скакун Л. З. та ін., 2000*). Установлено фізико-хімічні умови формування та оцінку

перспективності золотого зруденіння Липнязького рудного вузла на Кіровоградщині (*І. В. Попівняк, Т. О. Павлюк*). Розглянуто особливості фізико-хімічного перебігу процесів формування золоторудних родовищ УЩ на підставі реконструкції термобарогеохімічних ознак та параметрів флюїдного режиму мінералоутворення, встановлено їхню матаморфогенно-гідротермальну природу. Наведено схеми стабільності і ТБГХ-режиму формування золоторудних родовищ Балка Широка і Майське (*М. Павлунь, 2015*).

У Карпатському регіоні за результатами термобарогеохімічних досліджень в Рахівському рудному районі встановлено фізико-хімічні умови та п'ятистадійне мінералоутворення під час формування золоторудного родовища Сауляк (*І. Попівняк, С. Ціхонь, Т. Олійник та ін., 2004, 2016*) і тристадійне – під час утворення рудопрояву Білий Потік (*С. Ціхонь, 2014*). Досліджено флюїдні включення у жильному кварці метаморфічних порід Чивчинських гір (*І. Т. Бакуменко, В. П. Марусяк, 2006*). Діагностовано генетичні типи флюїдних включень, хімічний склад, агрегатний стан та фазові співвідношення у включеннях мінералоутворювального середовища, визначено мінімальну температуру і фізико-хімічні особливості процесів мінералоутворення на неотектонічному стані розвитку південно-східної частини Українських Карпат (*І. Попівняк, С. Ціхонь, С. Кріль, 2008–2015*).

Досить активно термобарогеохімічні дослідження проводили і на кафедрі мінералогії. Вже у першій вищезгадуваній монографічній праці *М. Сливка (1955)* наведено досить ґрунтовні дані термобарогеохімічних досліджень за результатами вивчення включень у кварці та турмаліні в гранітних пегматитах. Перші результати вивчення включень у кварці типу мармароських діамантів та асоціюючому з ним кальциті з флішових відкладів Українських Карпат висвітлено у матеріалах першого засідання Комісії мінералогії і геохімії КБГА (*О. Матковський, 1961*). Вони засвідчили їх гідротермальне походження. Дані перших замірів температур гомогенізації включень у багатьох мінералах (кварцу, бариту, кальциту, сфалериту, кіноварі тощо) наведено у монографії “Мінералогія Закарпаття” (*Є. Лазаренко та ін., 1963*). Дані термобарогеохімічних досліджень з'являються і в інших уже згадуваних вище регіонально-мінералогічних працях. *А. А. Ясинська* у цей час провела першу генетичну класифікацію включень у мінералах метеоритів і Місяця.

Наступні термобарогеохімічні дослідження переважно комплексувалися з онтогенічними, ізотопно-геохімічними та іншими дослідженнями під час вивчення метаморфічного мінералоутворення у Мармароському масиві Карпат та гідротермально-метасоматичного мінералоутворення під час формування золото-поліметалевого зруденіння в Українських Карпатах і на Українському щиті. Їхні результати висвітлено у докторській дисертації *О. І. Матковського*, кандидатських дисертаціях *В. Б. Степанова, Л. З. Скакуна, О. В. Ємця, І. В. Мудровської, Н. О. Слопотенко*, численних статтях і монографічних зведеннях. За результатами цих досліджень встановлено термодинамічні і фаціальні умови формування метаморфічних комплексів і пов'язаного з ним золотого, колчеданно-поліметалевого і марганцевого зруденіння (*О. Матковський, В. Степанов, А. Ясинська*), створено мінералого-генетичні моделі формування золото-поліметалевого зруденіння і флюорит-кварц-баритової та кварц-барит-алунітової жильної мінералізації Берегівського рудного поля у Закарпатті (*Б. Ремешило, Л. Скакун, О. Ємець, Н. Слопотенко*) і золотого зруденіння Саврансько-Синицівської площі Українського щита (*І. Мудровська*). Проведено перші дослідження

первних розплавних включень у плагіоклазі з афанітових базальтів ратинської світи міденосної трапової формації нижнього венду Західної Волині з гомогенізацією в інтервалі температур 110–200 °С (І. Т. Бакуменко, Ю. І. Федоришин, 2005), а також нові оригінальні дані щодо термометрії розплавних включень у кварці з алунітованих туфів Берегівського рудного району (І. Бакуменко, М. Медвідь, Н. Слоботенко, 2011).

За результатами вивчення включень та інших досліджень висвітлено термобарогеохімію метаморфічного і післяметаморфічного мінералоутворення в кристалічному фундаменті Східних Карпат, за температурами гомогенізації включень у кварці і гранаті та різних мінералогічних термометрів визначено температуру утворення зелено-сланцевої й епідот-амфіболітової фації метаморфізму (О. Матковський). Важливими є результати катодолюмінісцентного імідж-аналізу як нового методу онтогенічних досліджень, який дає змогу розкрити анатомію мінеральних індивідів і з'ясувати походження флюїдних включень, характер росту і діагностику подій, розчинення і регенерації тощо (Л. Скакун, Н. Слоботенко, Р. Серкіз). За даними термобарогеохімічних та ізотопно-геохімічних досліджень Л. Скакун розробив узагальнену модель формування золотого і срібного зруденіння Берегівського рудного поля, за якою мінералоутворення контролюване тут процесами взаємодії ювенільного гідротермального флюїду з метеорною водою та міжформаційним флюїдом.

Ще під час зародження Львівської термобарогеохімічної школи М. П. Єрмаков розпочав (1950–1952) читання курсу “Геотермометрія” для студентів геологічного факультету, а вже згадувана його книга стала не лише науковим дороговказом для послідовників в усьому світі, а й першим підручником. Сьогодні цей курс читають, головню, під назвою “Термобарогеохімія” (інколи з доповненням теоретична, прикладна). В різні роки його читали: А. В. Пізніор, Ю. В. Ляхов, М. М. Павлунь, І. В. Попівняк, І. Т. Бакуменко. Нині його викладають С. І. Ціхонь, Н. О. Слоботенко. Вчені розробили і видали навчально-методичну літературу. А. В. Пізніор опублікував три конспекти лекцій за загальною назвою “Основи термобарогеохімії” – “Методи термометрії” (1973), “Методы барометрии” (1973), “Исследование состава и концентрации растворов” (1975) та посібник “Использование результатов исследований включений в теории рудообразования, практике поисков и разведки месторождений” (1976), а також підручник “Основи термобарогеохімії” (1986). Ю. В. Ляхов і М. М. Павлунь написали навчальний посібник “Курс термобарогеохімії: теоретичні засади і методологія вивчення флюїдних включень у мінералах”, а І. В. Попівняк і С. І. Ціхонь опублікували курс лекцій “Прикладна термобарогеохімія. Основи термобарогеохімічного пробовідбирання” та “Методи визначення тиску за газовими включеннями”. Ю. В. Ляхов, М. М. Павлунь, А. В. Пізніор видали також чимало науково-методичних розробок, пов'язаних з вивченням включень у мінералах (визначення тиску, ерозійного зрізу та вертикального розмаху зруденіння, пошуково-оцінних критеріїв), зокрема й “Методи вивчення родовищ і прикладна термобарогеохімія” тощо. Численні дані термобарогеохімічних досліджень наведено у сучасних підручниках “Тенезис мінералів” (В. І. Павлишин, О. І. Матковський, С. О. Довгий, 2003, 2007), “Основи мінералогії України” (О. Матковський, В. Павлишин, Є. Сливко, 2009), “Геологія корисних копалин. Ч. 1. Рудогенез” (Ю. Ляхов, М. Павлунь, С. Ціхонь, 2012).

Науковці факультету приймали активну участь у роботі різних наукових форумів пов'язаних з вивченням включень у мінералах, зокрема, Шостої Всесоюзної наради з термобарогеохімії 1978 р. у Владивостоці (Ю. Дорошенко, Л. Колтун, Н. М'язь,

А. Пізню, І. Попівняк), Сьомої Всесоюзної наради “Термобарогеохимия рудообразующих флюидов (по включениям в минералах)” 1985 р. у Львові (Є. Лазько, Ю. Ляхов, О. Матковський, Н. М’язь, А. Пізню, М. Павлунь, І. Попівняк, Ж. Сімків, А. Ясинська та ін.), XII Європейського симпозиуму з флюїдних включень у мінералах 1993 р. у Польщі (О. Бобров, О. Матковський, А. Пізню, І. Попівняк та ін.)

Важливим підсумком університетських дослідників останніх двох десятиліть є підготовка і видання фундаментальних колективних монографічних зведень, а саме: “Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ України” (2004, автори О. Бобров, А. Сіворонов, Ю. Ляхов, М. Павлунь, Л. Скакун, В. Степанов та ін.) і уже згадуваних 3–5-ої книг із серії “Мінерали Українських Карпат”.

У монографії “Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ України” висвітлюються особливості генезису золотого зруденіння на родовищах УЩ, Донбасу та Українських Карпат. На підставі матеріалів геолого-мінералогічних і детальних ТБГХ досліджень флюїдних включень у мінералах уперше вирізняє шість природно різних генотипних родовищ золота Українського щита й фанерозойського облямування, що належать до плутоногенно-, вулканогенно- та метаморфогенно-гідротермальних утворень. Аргументовано доведено, що за ступенем термостатування палеогідросистем золотоконцентрації, відображенням якого є величина $\Delta T/100$ м, і змінного *PT*-режиму в часі (особливо за співвідношенням $\Delta T/\Delta P$ та оцінкою динаміки просторово-часових флуктуацій інтенсивних фізико-хімічних параметрів, фазово-компонентного складу й агрегатного стану рудоносних флюїдів), родовища золота коректно зіставні з трьома різноглибинними золоторудними формаціями (за Н. Петровською). Однак генетична і формаційна позиція родовищ тут значно чіткіша, оскільки ґрунтується на інструментально-кількісній оцінці фізико-хімічних умов за флюїдними включеннями у мінералах. Для генотипних родовищ виділено допродуктивні, продуктивні і післяпродуктивні мінеральні комплекси і типові для них мінеральні асоціації, проаналізовано послідовність формування рудних мінералів та особливості флюїдного режиму рудного процесу.

У п’ятій книзі “Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення” (автори О. Матковський, П. Білоніжка, Д. Возняк та ін.) вперше узагальнено матеріали з відтворення надзвичайно складного й багатогранного процесу мінералоутворення в Українських Карпатах. У семи розділах проаналізовано наявні дані авторів та їхніх попередників стосовно магматичного, гідротермально-метасоматичного осадового, метаморфогенного, гіпергенного, космогенного та сучасного мінералоутворення. Різні аспекти термобарогеохімічних досліджень включень (агрегатний стан, температури гомогенізації та декрипітації, хімічний та ізотопний склад) найбільш широко використано під час аналізу процесів магматичного, гідротермально-метасоматичного й осадового мінералоутворення. Вони слугували основою розробки мінералогіко-генетичних моделей формування родовищ різних корисних копалин (золота, поліметалів, ртуті, бариту, цеолітів, солей тощо) і деяких загальних особливостей цих процесів, а також формаційно-фаціальних умов формування магматичних, метасоматичних, метаморфічних та осадових гірських порід.

На завершення зазначимо, що внесок українських вчених у галузь термобарогеохімічних досліджень цілком відповідає влучним і змістовно лаконічним словам одного з раних корифеїв вивчення включень у мінералах К. Сорбі “.... Включення, які ми вивчаємо, дуже малі, проте висновки, до яких ми внаслідок цього

доходимо, великі". За словами академіка *О. Ферсмана*, значення дослідження визначається не тільки тим, що воно через гушавину лісу прорубує зовсім іншу дорогу, а й тим, що воно робить цю просіку проїжджою і змушує всіх рухатись новим шляхом, а термобарогеохімічна школа професора *М. Єрмакова* розширює її, охоплюючи дослідженнями усе нові і нові, часто непередбачувані, об'єкти. Саме в цьому полягає світовий науковий феноменальний поступ сучасних термобарогеохімічних досліджень флюїдних включень у мінералах.

Школу геології і металогенії докембрію заснував професор *Є. Лазько*, який за наказом МВССО СРСР 1950 р. з Московського інституту кольорових металів і золота перейшов на працю у Львівський університет. До переїзду у Львів, на геологічний факультет, він уже мав чималу польову і камеральну практику досліджень докембрійських утворень Алданського щита та пов'язаних з ними родовищ корисних копалин. Його оригінальні та пріоритетно-піонерські дослідження високометаморфізованих архейських породних комплексів ієнгрської серії, розпочаті 1943 р., продовжувались до 1960 р. Саме йому вдалося обґрунтувати і запропонувати зміну назви "Алданська плита" на "Алдано-Вітімський щит" і розчленувати його утворення на архейську і протерозойську частини. Першим і вагомим результатом його досліджень докембрійських утворень стала фундаментальна монографія "Геологическое строение западной части Алданского кристаллического массива" (1956) і докторська дисертація, захищена роком раніше.

Отримані на Алданському щиті матеріали разом із аналізом відомих на той час особливостей геології інших ранньодокембрійських геотектонічних структур дали можливість *Є. Лазьку* ще тоді висловити дуже плідну думку про особливий (догеосинклінальний) характер розвитку земної кори в археї. Він практично започаткував майже одночасно з *Л. Салопом* порівняльний історико-геологічний підхід до вивчення раннього докембрію, який багаторазово демонстрував в неординарних публікаціях й узагальнив у фундаментальній праці "Основы региональной геологии СССР. Т. 3. История формирования структуры" (1971). В ній показано принципову відмінність між архейським і протерозойським етапами геологічного розвитку земної кори і металогенічною спеціалізацією цих етапів.

Очевидним ставало, що завдання розпізнання архейських геологічних подій не вирішується розробленими на прикладі фанерозою підходами. *Є. Лазько* дійшов висновку про необхідність пошуку для цього нових прийомів вивчення високометаморфізованих і гранітизованих комплексів та створення зовсім нової теоретичної основи зі своєю термінологією для пояснення складних геологічних явищ того часу. Вчений акцентував увагу на першочерговість вирішення на парагенетичній (емпіричній) основі геологічних формацій і всебічного їх вивчення. Такий неординарний методичний підхід був цілком умотивований з погляду на неможливість застосування методу актуалізму до вивчення раннього докембрію і непридатність для розуміння ранньої історії Землі фанерозойських геотектонічних концепцій як класичної геосинклінально-платформної, так і новітньої плейттектонічної. Ця плідна ідея стала головною під час вивчення під його керівництвом докембрійських утворень і згодом лягла у підґрунтя школи геології докембрію та геолого-формаційних і металогенічних досліджень Львівського університету імені Івана Франка та блискуче реалізована ним разом з учнями на Українському щиті (УЩ).

Давня геотектонічна структура надр України – УЩ – на той час за таким методологічним підходом була абсолютно стерильною, а геологи столичних науково-дослідних інститутів застосовували до її вивчення винятково геосинклінально-фанерозойські підходи через “зняття” метаморфізму порід для діагностики їхнього висхідного стану тощо, що не забезпечувало очікуваного результату ні для реконструкції процесів формування структури, ні для побудови геологічної (структурно-формаційної) карти. Тому на геологічному факультеті під його керівництвом сформували спочатку зовсім невелику групу з молодих та амбітних випускників (рис. 4), які розпочали непрості дослідження УЩ з аналізу фондових матеріалів експедицій і світової літератури, тривалих польових досліджень і камерального опрацювання матеріалу. Дуже скоро почали виходити друком статті з геології, стратиграфії, структури і формаційного аналізу УЩ, відбулося чимало захистів ними кандидатських дисертацій (В. Кирилюк, Г. Яценко, А. Сіворонов). Опановуючи нові підходи до стратиграфічного породного і вікового розчленування структури УЩ, накопичуючи усе більше фактологічного матеріалу і науково-дидактичних аргументів, ця група підійшла до формулювання концептуальних висновків щодо змісту і результатів структурно-формаційного аналізу докембрію, діагностики віку породних комплексів і відповідних формацій архею і протерозою УЩ.



Рис. 4. Євген Лазько з дружиною Євгенією Лавренко та учнями Віктором Кирилюком (в центрі) і Альбертом Сівороновим (праворуч), 1964 р.

Однак найвагоміший внесок наукова школа докембрію зробила у справу вдосконалення методів вивчення і виявлення особливостей формування фундаменту давніх платформ у ранньому докембрії. Вони небезпідставно акцентували увагу на

першочерговості вирішення і всебічного вивчення геологічних формацій на парагенетичній (емпіричній) основі. Важливість такого структурно-формаційного підходу у практичному плані вбачали у двох найважливіших аспектах – вдосконалення на формаційній основі методів геолого-знімальних робіт, насамперед на УЩ, та металогенічні і прогнозно-металогенічні дослідження. Взаємозв'язок у вирішенні таких проблем очевидний. Різномірно й аргументовано доведено, що становлення формацій є складною сукупністю процесів мінерало- і породоутворення, що зумовлюють певну геохімічну і, відтак, металогенічну спеціалізацію. Надважливим також є певне просторово-часове поєднання формацій різних петрогенетичних класів, що породжують такі структурні, літологічні, мінералогічні, геохімічні та фізико-хімічні умови, за яких проведення рудогенеруючих і рудоакумуючих процесів є найвірогіднішим. Така науково-неординарна ідеологія майже одразу увінчалася помітними успіхами і щодо реалізації геолого-формаційних досліджень, і щодо захисту учнями вченого кандидатських і докторських дисертацій з різних проблем цього нетрадиційного підходу до вивчення нижнього докембрію.

Найважливішим їхнім результатом присвячено багато неординарних монографічних праць цієї відомої школи: “Методические указания по формационному анализу высокометаморфизованных комплексов докембрия Украинского щита” (1970), “Нижний докембрий западной части Украинского щита. Возрастные комплексы и формации” (1975), “Методические указания по составлению карт формаций раннего докембрия (для целей геологического картирования и металлогенического прогноза)” (1979), “Нижний докембрий центральной части Украинского щита” (1980), “Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР. Зеленокаменные пояса и роль вулканизма в формировании месторождений” (1990), “Железонакопление в докембрии” (1992). Їх також відображено на новітніх геологічних і геолого-формаційних картах і в пояснювальних записках до них, підготовлених за участю вчених школи та за редакцією Є. Лазька – зокрема на картах “Геологическая карта кристаллического основания Украинского щита” масштабу 1 : 500 000 (1983, Є. Лазько – заступник головного редактора) та “Карта геологических формаций Украинского щита” масштабу 1 : 1 000 000 (1984, Є. Лазько – відповідальний редактор). А “Карта геологических формаций докембрия Украинского щита” масштабу 1 : 500 000 (1991, Є. Лазько редактор), видана російською та англійською мовами з відповідними пояснювальними записками, є першим у світі досвідом складання геолого-формаційних карт і свідчить про практичне завершення керованим Є. Лазько колективом його учнів і послідовників процесу формаційного розчленування нижнього докембрію регіону на парагенетичній основі.

Сьогоднішній період теж увінчався дуже глибокими і змістовними працями в контексті здобутків школи геології і металогенії докембрію, зокрема: 2006 р. в Києві вийшла друком праця з теоретико-практичних аспектів використання формаційного аналізу докембрію при геологічній зйомці “Формаційний аналіз нижньодокембрійських комплексів Українського щита під час проведення геолого-знімальних робіт” (О. Бобров, А. Лисак, К. Свешніков, А. Сіворонов, І. Паранько, Б. Малюк, 163 с.), а 2010 р. опубліковано монографію “Гранулитовые структурно-формационные комплексы Украинского щита – Европейский эталон” (Київ, 201 с.) – це путівник геологічних екскурсій Міжнародної науково-практичної конференції “Стратиграфия, геохронология

и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы”.

Геологічні дослідження без вивчення металогенічної спеціалізації різновікових структурно-формаційних комплексів щитів не є повними і завершеними. Саме з позиції фундаментальної праці “Формационные комплексы архея и их металлогения” (Е. Лазько. Изв. АН СССР. Сер. геол., № 7, 1987) та багатьох не менш важливих інших розглядають металогенію архею, що детально і глибоко проаналізована у винятковій і свого роду поки що єдиній монографії “Металлогения архея” (2005), яку засновник школи підготував разом з учнями (Є. Лазько, В. Бобров, А. Сіворонов). На жаль, у друкованому вигляді він уже не зміг її побачити, як і не побачив дуже змістовний навчальний посібник “Ендогенні рудні формації” (2004), де вчений розкрив новітні уявлення про рудноформаційний аналіз, зміст поняття “рудна формація”, про головні, другорядні й екзотичні рудні формації, їхні групи і ряди, просторові закономірності поширення й еволюцію в геологічній історії розвитку земної кори.

Варто наголосити, що сьогодні такі геолого-формаційні дослідження продовжуються, у тім числі і в дещо несподіваному і навіть невластивому для школи аспекті. Адже добре відомо, що родовища алмазу в кімберлітах за правилом Кліффорда поширені в архейських кратонах та в лампроїтах, однак уже в протерозойському об'єму архейських ядер. Докембрійські геокомплекси також уміщують різні золоторудні формації здебільшого великих глибин. Професор Г. Яценко уже з новою генерацією вчених розробив зовсім нову для УЩ неординарну модель так званого флюїдизитно-експлозивного алмазоутворення щодо Інгульського мегаблоку УЩ, а О. Гайовський та І. Яценко 2016 р. захистили дуже оригінальні кандидатські дисертації з цієї проблеми (рис. 5). На загал цікавими і плідними є їхні дослідження з геології і металогенії докембрію, головні результати яких теж опубліковані в десятках статей і багатьох монографіях, зокрема: “Месторождения золота в гнейсовых комплексах докембрия Украинского щита” (Г. М. Яценко, А. К. Бабынин, Е. М. Сливко и др., 1998), “Алмазоносные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. Опыт минералогении алмаза” (Г. М. Яценко, Д. С. Гурский, Е. М. Сливко и др., 2012), “Металогения золота протоплатформных структур Украинского щита (Кировоградский блок)” (Г. Яценко, О. Гайовский, Е. Сливко). Серед праць з геології докембрію треба назвати працю національного рівня “Геологічна карта України” масштабу 1 : 1 000 000 та пояснювальну записку до неї у 2-х частинах. Перша з них стосувалася усієї тектоніки України, одним із співавторів якої був А. Лисак – яскравий представник цієї школи, а одноосібним автором карти і записки “Тектоніка фундаменту Українського щита” є професор В. Кирилюк – один з перших учнів засновника школи геології і металогенії докембрію.



Рис. 5. Герман Яценко (в центрі) обговорюють разом із Євгенією Сливко і Олегом Гайовським проблеми алмазносності України, 2007 р.

Зазначимо, що серед представників школи геології докембрію понад дванадцять кандидатів наук і дев'ять докторів наук (В. Кирилук, А. Сіворонов, Г. Яценко, К. Свешніков, О. Бобров, І. Паранько, Б. Малюк, Л. Ісаков, В. Сукач).

Як бачимо, геологічний факультет зробив помітний науково-методологічний внесок у розрізі діяльності описаних наукових шкіл, які і надалі не припиняють нарощувати і розширювати наукові обрії досліджень з різних аспектів мінералогії, флюїдних включень у мінералах і геології та металогенії докембрію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білоніжка П., Матковський О., Павлунь М. та ін. Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (1945–2010) / П. Білоніжка, О. Матковський, М. Павлунь, Є. Сливко. Довідково-інформаційне видання: видання друге, перероблене і доповнене. – Львів : Видавничий центр ЛНУ, 2010. – 520 с.
2. Геології і металогенії докембрію школа професора Є Лазька / Encyclopedia Львівського національного університету імені Івана Франка : в 2-х томах. Т. 1. Львів : Видавничий центр ЛНУ, 2011. – С. 334–335.
3. Матковський О. Мінералогічна школа академіка Євгена Лазаренка та її внесок у розвиток сучасної мінералогії // Мінерал. зб., 2016. – № 66. Вип. 2. – С. 3–23.

4. *Матковський О.* Термобарогеохімічна школа професора Миколи Єрмакова та її внесок у розвиток генетичної мінералогії й вчення про родовища корисних копалин / О. Матковський, І. Наумко, М. Павлунь // Мінерал. зб., 2017. – № 67. Вип. 1. – С. 3–37.
5. Мінералогічна школа академіка Євгена Лазаренка / Там само. Т. 2. – 150.
6. Термобарогеохімічна школа професора Миколи Єрмакова. Там само. Т. 2. – С. 515.

*Стаття: надійшла до редакції 19.09.2017
прийнята до друку 27.12.2017*

**CONTRIBUTION OF THE SCIENTISTS FROM THE
GEOLOGICAL FACULTY
OF IVAN FRANKO NATIONAL UNIVERSITY OF LVIV
IN DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC SCHOOLS
OF YEVHEN LAZARENKO, MYKOLA YERMAKOV
AND YEVHEN LAZKO**

O. Matkovskyi, M. Pavlun

*Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevsky Str., 4, 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: mineral@franko.lviv.ua*

The contribution of scientists from the Geological Faculty of Ivan Franko National University of Lviv in the field of mineralogical, thermobarogeochemical and structural-formation studies to the conception and development of such scientific schools has been characterized: the mineralogical school of Academician Yevhen Lazarenko, the thermobarogeochemical school of Professor Mykola Yermakov and the school of Precambrian geology and metallogeny of Professor Yevhen Lazko. The most significant achievements of these studies are presented. Developed on their basis criteria of mineral-, rock- and ore genesis, prediction and prospecting of ore deposits, valuation of mineral raw materials quality and structural-formation analysis are characterized.

Key words: scientific school, Geological Faculty of Ivan Franko National University of Lviv, mineralogical scientific school, thermobarogeochemical scientific school, scientific school of Precambrian geology and metallogeny, genesis of minerals, ore genesis, structural-formation analysis.