

УДК 550.83: 553.83:551.243.5

А.А. Калашник, канд. геол. наук

Казенное предприятие „Кировгеология“, г. Кировоград,
Украина, e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru

РОЛЬ ЮВЕНИЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАН-НАТРОВОЙ ФОРМАЦИИ В КИРОВОГРАДСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА

A.A. Kalashnik, Cand. Sci. (Geol.)

State Enterprise „Kirovgeologiya“, Kirovograd, Ukraine,
e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru

ROLE OF JUVENILE ORE SOURCES IN THE FORMING OF THE DEPOSITS OF THE URANIUM-SODIUM FORMATION IN THE KIROVOGRAD ORE DISTRICT OF THE UKRAINIAN SHIELD

Исследована связь основных уранопродуктивных эпох различных тектоно-магматических активизаций Украинского щита (УЩ) с развитием сопутствующих урановому оруденению геологических процессов, включая кимберлитопроявления. Показано, что эта особенность является внешним выражением связи эндогенных месторождений урана с мантийными источниками углекислоты и рудных компонентов. Проведено сопоставление геохимической связи уран-бериллий в ураноносных альбититах Кировоградского рудного района и бериллиеносных метасоматитах Пержанского рудного района, структурно связанных с разломами мантийного проникновения. Сделан вывод о ювенильной природе ураноносных минералообразующих растворов.

Ключевые слова: ювенильные источники урана, уранопродуктивные эпохи, уран-натровая формация

Общая постановка проблемы. В каждом регионе устанавливается пространственно-временная связь активизации глубинных разломов с особенностями развития других геологических процессов [1].

Несомненна пространственная корреляция между глубинными разломами и связанными с ними проявлениями тектонической и магматической деятельности, что обуславливает миграцию глубинного вещества. Поднимающиеся по рудоподводящим разломам магма, растворы и газы могут мигрировать в стороны по оперяющим трещинам, взаимодействовать с вмещающим веществом и, остывая, образовывать скопления новых пород, содержащих рудные минералы, в том числе в промышленных концентрациях.

В 80-е гг. в ИГЕМ (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии) на материалах по ураноносности натриевых метасоматитов Украинского, Канадского и Балтийского щитов разрабатывалась мантийно-флюидная модель их формирования в связи со среднепротерозойской тектоно-магматической активизацией. Основным доводом против ювенильного источника урана считалось его низкое содержание в основных и ультраосновных породах и отсутствие прямых связей с мантийными маг-

матическими очагами, так как не было выявлено проявлений мантийного магматизма в непосредственной близости к щелочным метасоматитам уран-натровой формации при одновременно доказанной высокой проницаемости для подкорковых щелочных флюидов зон разломов, вмещающих полевошпатовые метасоматиты [2]. Установленная пространственная совмещенность проявлений ультраосновного щелочного магматизма (включая кимберлитопроявления) и урановорудных объектов в пределах Кировоградского урановорудного района подтверждают связь урановорудных процессов с мантийными источниками компонентов [3,4]. Появившиеся данные содержания урана в кимберлитах алмазоносных трубок различных алмазоносных провинций позволяют сделать вывод о существовании ювенильного источника урана.

В урановых рудах Кировоградского района отмечается повышенное содержание многих элементов: свинца, цинка, бериллия, ванадия, циркония, редкоземельных элементов, фосфора, золота. В ряде урановых месторождений и рудопоявлений в ураноносных метасоматитах Кировоградского урановорудного поля установлено присутствие фенакита, который обуславливает высокое содержание бериллия: на Щорсовском месторождении – до 0,06%, на Центральном – до 0,02% на мощность 10 м, на Новокон-

стантинском – 0,015–0,05% на мощность 2–5 м [5]. Подобные аномалии известны на Лесном, Докучаевском, Летнем месторождениях. В пределах Мичуринского урановорудного поля по высокоаномальному содержанию бериллия условно выделено 4 рудопоявления и 16 проявлений. Проявления приурочены к альбититам и мигматитам. Чаще всего они тяготеют к флангам урановых месторождений. Содержание бериллия на них составляет до 0,04–0,01% на мощность 0,9–10 м. К зонам промышленного бериллиевого оруденения Пержанского рудного поля (Вольнский блок) тяготеют зоны накопления урана и тория. Там выявлены уран-ториевые рудопоявления: Пержанское, Ястребецкое, Западный фланг Пержанского рудного поля [5]. Связь уран-бериллий в промышленно ураноносных и бериллиевоносных полевошпатовых метасоматитах не случайна. Геохимические особенности метасоматитов зависят от состава минералообразующих растворов, влияющих на мобилизующую, транспортирующую и концентрирующую металлы функцию. Одна из определяющих особенностей районов со значимыми концентрациями урана – потоки углекислоты, необходимые для уранового рудообразования, возникающие вследствие расположения этих районов над глубинными разломами, проникающими в мантию. Сохранение в рудных альбититах наряду с ураном других химических элементов подразумевает общность физико-химических условий их накопления. Если их концентрация полихронна, то это означает, что существует их связь в отдельных фазах рудогенеза, в которых концентрируются различные совокупности элементов. Изучение зависимости их концентраций в рудных альбититах относительно безрудных и относительно вмещающих пород позволит судить и об источнике урана.

Источники рудного вещества в образовании урановорудных объектов и связь с тектономагматическими активизациями процессов формирования месторождений полезных ископаемых различной специализации. Кировоградский урановорудный район расположен в пределах центрального осевого поднятия Корсунь-Новоукраинского двухфазного плутона, образованного двумя гранитными массивами: на севере Корсунь-Новомиргородским – анортозит-рапакивигранитной формации и на юге Новоукраинским – трахитоидно-порфиробластовых гранитов (рис. 1).

В площадь Кировоградского урановорудного района входят: Новоукраинский массив гранитов; южная, контактирующая с ним, эндоконтактная часть Корсунь-Новомиргородского массива гранитов рапакиви; обрамляющие массив гранито-гнейсовые складчатые структуры западного и восточного крыльев Корсунь-Новоукраинского двухфазного плутона. В пределах трех указанных геологоструктурных обстановок располагаются рудные поля и урановые месторождения, структурный контроль которых определяется зонами глубинных разломов.

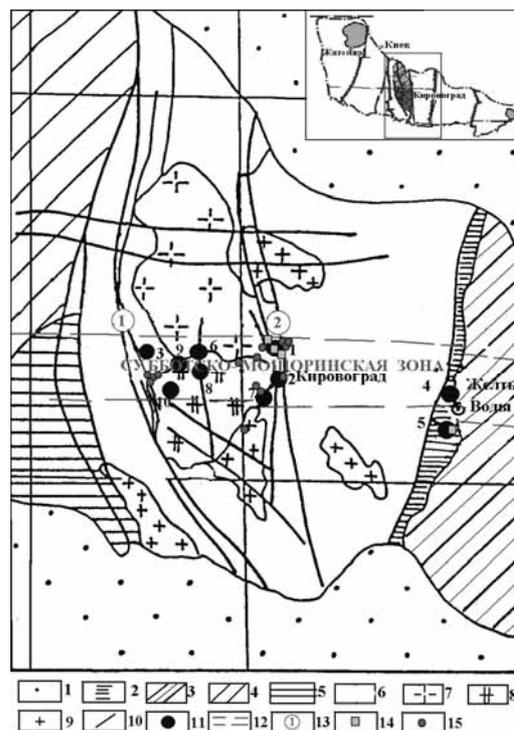


Рис. 1. Схема Кировоградского и Криворожского урановорудных районов: 1 – платформенный комплекс за пределами УЩ; 2 – Криворожско-Кременчугская зона; 3 – Приднепровский блок (архейский гранит-зеленокаменный комплекс); Днестровско-Бугский блок: 4 – гнейсовый комплекс позднеархейской стабилизации; 5 – гранулитовый архейский комплекс; Кировоградский блок: 6 – гранито-гнейсовый комплекс (архей-протерозой); 7 – граниты рапакиви и основные породы Корсунь-Новомиргородского плутона; 8 – гранитоиды Новоукраинского массива; 9 – граниты и мигматиты кировоградского комплекса; 10 – разломы; 11 – урановые эндогенные месторождения (1 – Северинское, 2 – Мичуринское; 3 – Ватутинское, 4 – Желтореченское, 5 – Первомайское; 6 – Новоконстантиновское, 7 – Юрьевское, 8 – Докучаевское, 9 – Лесное, 10 – Партизанское); 12 – границы широтной Субботско-Мошоринской металлогенической зоны; 13 – субмеридиональные разломные зоны в обрамлении Корсунь-Новоукраинского двухфазного плутона: 1 – Звенигородско-Анновская, 2 – Кировоградская; 14 – кимберлитопоявления, 15 – дайки субцелочных пикритовидов

Развитие месторождений уран-натровой формации происходило на фоне проявления метаморфизма и ультраметаморфизма, возрастающей роли глубинных разломов, активизирующихся в различные эпохи тектономагматической активизации, обуславливающих дифференцированное развитие различных блоков УЩ и контролируемых разнообразными геологическими процессами – осадконакоплением, магматизм, метаморфизм, ультраметаморфизм и рудогенез различной металлогенической специализации (табл. 1).

Таблица 1

Корреляция уранопродуктивных эпох различных тектоно-магматических активизаций и сопутствующих им геологических процессов в пределах УЩ ([6, 7])

№	Урано-продуктивная эпоха, млн лет	Генетический тип уранового оруденения, основные концентраторы урана и других радиоактивных элементов	Сопутствующие геологические процессы
1	2	3	4
1	2850-2600	Торий-урановая минерализация при определяющей роли кремний-калиевого метасоматоза в следующих минералах: ортит, торит, монацит, циркон	Формирование массивов микроклиновых гранитов мокромосковского и токовского комплексов
2	2600-2400	Урановое оруденение в базальных конгломератах и песчаниках скелеватской свиты (Никола-Козельское месторождение)	Внедрение мафит-ультрамафитовых интрузий деренюхинского, капитановского, юрьевского, девладовского комплексов
3	2200-2100	Жильно-штокверковая урановая минерализация. Сульфидно-настуран-уранинитовый тип в метаморфических сланцах, кварцитах и амфиболитах архея (Месторождение Червоный Шахтарь, рудопроявления: Лозоватское, Балка Донской овраг, Балка Суперечная, Ново-Михайловское, Родионовское) – 2030–2200 млн лет	Локальные проявления ультраосновной щелочной с карбонатитами формации (черниговский уран-содержащий комплекс) – Приазовский блок, щелочно-ультраосновные породы городничского комплекса (2100–2000 млн лет) – Волынский блок
4	2100-1900	Появление радиоактивной акцессорной минерализации в циртолите и уранините, монацитовая и давидитовая урановая минерализация, обогащение радиоактивными элементами пегматоидных образований, формирование оруденения редкоземельно-торий-урановой формации в высокотемпературных кремний-калиевых метасоматитах вплоть до мелких месторождений (Южное, Лозоватское, Калиновское месторождения)	Региональный кремний-калиевый метасоматоз в процессе формирования палингенно-метасоматических гранитоидов кировоградско-житомирского комплекса, формирование аллохтонных массивов ортит-сфеновых гранитов салтычанского комплекса, внедрение интрузий хлебодаровского, осницкого, букинского, хмельницкого (обогащен ураном), кишинского (обогащен ураном) комплексов
5	1800-1550	Промышленное урановое оруденение в среднетемпературных карбонатно-натровых метасоматитах (месторождения и рудопроявления Мичуринского, Лелековского, Апрельского, Ватутинского, Новоконстантиновского, Юрьевского, Партизанского урановорудных полей, Желтореченское и Первомайское месторождения), образование браннерита, настурана, уранинита – 1700–1800 млн лет, образование сложных гидратированных окислов урана и сложных ураново-титановых окислов – 1600 млн лет.	Кимберлитопроявления (с содержанием урана до 18 г/т, тория – до 45 г/т) в пределах Лелековского урановорудного поля, пикритовые дайки в пределах Мичуринского, Юрьевского, Ватутинского урановорудных полей, эгиринизация Криворожско-Кременчугской зоны (по определениям ГЕОХИ, ИГН АН УССР 1850–1700 млн лет)
6	1200-800 600-500 400-300 100	Мелкие уранопроявления жильно-штокверкового типа, урановое оруденение в карстоносных структурах и коррах выветривания за счет перераспределения урана термальными и вадозными водами (Михайловское месторождение, группа Павловских рудопроявлений, Гейковское рудопроявление и др. – Кировоградский блок, рудопроявления урана Ново-Андреевское, Васильевское, Балка Мандрыкина, Балка Большая Барсукова и др. девонского возраста – Приазовский блок). Сульфидно-битум-настурановый тип в железистых роговиках, кварц-серицитовых, хлоритовых и др. сланцах Криворожской серии – 790–940 млн лет. В Западно-Ингулецкой зоне коффинит-настуран-черниевый генетический тип в графитсодержащих гнейсах ингуло-ингулецкой серии (Михайловское месторождение, рудопроявления: Николаевское, Ла-годовское, Родник, Казанковское) возрастов 1100–1300, 600–800, 200–300 млн лет, сульфидно-смолковые богатые U руды с возрастом 200–300 млн лет в Криворожско-Кременчугской разломной зоне	Сульфидная минерализация в альбититах Кировоградского рудного района (1200–1300 млн лет). Бериллиевое оруденение Пержанского рудного поля (по изотопно-свинцовому методу по генттельвину 1230–1300±100 млн лет) с сопутствующей урановой, ториево-редкоземельной минерализацией – Волынский блок. Подольский блок – реликты покровов эффузивов возраста 750–400 млн лет, Приазовский блок – дайки и трубки ультраосновного щелочного состава возраста 600–500 млн лет, кимберлитопроявления девонского возраста Приазовского блока, кимберлитопроявления девонского возраста Волынского блока (Кухотсковопольское, Серховское, Перекальское), отторжение радиогенного свинца возраста ~ 400 млн лет при преобразовании урановой минерализации в рудных альбититах Кировоградского урановорудного района, эффузивные и экструзивные тела разного состава герцинского возраста (Кировоградский и Приазовский блоки), вулканические образования в Криворожье возраста 250±10 млн лет, выполняющие постэксплозивные пустоты в Первомайской трубке взрыва.
7	65 и менее	Углисто-глинисто-песчаные отложения палеогена – коллекторы инфильтрационного уранового оруденения (Христофоровское, Сафоновское, Братское, Садовское месторождения – Кировоградский блок, Девладовское, Ново-Гурьевское – Среднеприднепровский блок).	Проявления алмазоносных автолитовых брекчий кимберлита мел-палеогеновой тектоно-магматической активизации с мантийными пиропами и хромшпинелями на участках Грузской, Лесной, Оситняжский Кировоградского урановорудного района.

Как видно из таблицы 1, основные уранопродуктивные эпохи УЩ тесно связаны с активным развитием магматической деятельности с образованием пород разной формационной принадлежности, включая алмазоносные и убогоалмазоносные кимберлитопро-

явления, которые зачастую пространственно совмещены с объектами уранового оруденения, при этом кимберлиты различных регионов существенно обогащены ураном (табл. 2), что косвенно свидетельствует о привносе урана из мантийных глубин.

Эпохи кимберлитового магматизма позволяют однозначно фиксировать периоды интенсивной активизации мантии. По петрологическим данным, для генерации кимберлитовых магм кроме давления 35×10^8 Па, которому соответствуют глубины более 150 км, необходимо присутствие углекислоты, источником которой также служат мантийные флюиды, проникающие в зоны генерации магм по проницаемым каналам из мантии, возникающим при тектонических активизациях [10].

Таблица 2

Содержание урана в кимберлитах в различных регионах

№	Название объекта и его приуроченность	Содержание U, г/т
1	Трубка Айхал, Якутия*	1,22–7,85
2	Трубка Удачная – Восточная, Якутия*	1,68–3,58
3	Трубка Удачная-Западная, Якутия*	0,80–4,57
4	Трубка Ботуобинская, Якутия*	0,35–7,14
5	Трубка Нюрбинская, Якутия*	0,28–3,71
6	Трубка Комсомольская, Якутия*	0,81–3,71
7	Трубка Катока, Ангола*	1,04–19,93
8	Лелековские и шорсовские кимберлиты, Кировоградский урановорудный район, Украина**	3,0–18,0

* – по Столбову Ю.М., Зинчуку Н.Н. [8],

** – по Цымбалу С.Н., Кривдику С.Г. [9]

Баланс углерода в земной коре и среднее значение изотопного состава углерода магматической углекислоты позволяют предполагать, что глубинный мантийный углерод характеризуется величинами $\delta^{13}\text{C}$, которые варьируют от -0,2 до -0,9% [11]. Многие исследователи обращают внимание на факты, свидетельствующие об ювенильной части углекислоты в кимберлитах, т.е. о первичной мантийной природе карбоната (табл. 3).

Важнейшим компонентом в процессе уранового рудообразования также является углекислота. Для гидротермальных месторождений урана характерна уранил-карбонатная форма ее привноса [12]. Такая форма требует для сохранения достаточных концентраций урана мощных потоков углекислоты, тем более мощных, чем большие запасы урана сосредоточены на месторождениях. По этой причине мощные потоки углекислоты рассматриваются как характерная особенность районов со значимыми гидротермальными месторождениями урана [12]. Установленная в Кирово-

градском урановорудном районе пространственная и временная сопряженность кимберлитопоявлений, в том числе алмазоносных, и участков уранового оруденения, которая наблюдается и в других урановорудных районах мира [3,4], является, по мнению авторов, внешним выражением связи гидротермальных месторождений урана и щелочно-ультрасоснового магматизма с глубинными мантийными структурами.

В неизменных, вмещающих альбититы, породах содержание углекислоты не поднимается выше 0,1–0,2%. На урановых месторождениях содержание CO_2 в метасоматитах альбит-микроклинового состава колеблется от 0,75 до 2,43%, но выше наблюдается редко. Контур ореола углекислоты обычно совпадает с контуром альбититов. В редких случаях контур CO_2 выходит за пределы альбититов и включает альбит-микроклиновые метасоматиты промежуточной зоны. По интенсивности проявления углекислого процесса среди ураноносных альбититов выделяются две группы объектов. К первой группе относятся объекты с обширными ореолами CO_2 , среди которых выделяются области максимальных концентраций (выше 5%). Типичный представитель – Северинское месторождение, где максимальные содержания CO_2 достигают 10–17% [13]. Ко второй группе относятся объекты с четкими ореолами CO_2 , максимальные содержания которых не поднимаются выше 5%. Это Ватутинское месторождение с рибекит-эгириновой фацией альбититов [13]. Метасоматиты с редкоземельно-уран-ториевой минерализацией попадают в третью группу объектов (рудопоявления Тимошевское, Вербовское). Для них не характерны выдержанные ореолы углекислоты, что свидетельствует о слабом развитии натрового метасоматоза и последующих гидротермальных изменений. Отмечаются лишь отдельные повышенные содержания CO_2 , в максимум не превышающие 1,5–2,0% [13]. Перспективные урановорудные зоны всех месторождений Кировоградского урановорудного района характеризуются неравномерно повышенным содержанием карбонатного углерода, а также почти полным отсутствием его некарбонатных форм. Карбонаты представлены главным образом кальцитом с близким по изотопному составу углеродом (до $-3,9 \div -1,5$ ‰) и легким кислородом ($\delta^{18}\text{O}$ 8,0–12,9 ‰), а также глубинным анкеритом главной продуктивной ассоциации [12] (табл.4), в которой большая часть углерода имеет глубинное происхождение при определенной доле коровой составляющей.

Таблица 3

Изотопный состав углерода из кимберлитов (по Ваганову В.И. и др. [11])

Местоположение трубок	Количество исследованных трубок	Исследователи	Кальцит из кимберлита
			$\delta^{13}\text{C}$, ‰ (среднее содержание)
Якутия	3	Виноградов А.П., Кропотова О.Н.	-0,32÷-0,69 (-0,53)
Африка	16	Виноградов А.П., Кропотова О.Н.	-0,27÷-1,03 (-0,54)
Сев. Америка	Нет данных	Виноградов А.П., Кропотова О.Н.	-0,38÷-0,42 (-0,40)
Якутия	„ Удачная-Западная“, „ Удачная-Восточная“	Мамчур Г.П.	-0,38÷-3,4 Большинство значений лежит в интервале 0÷-1,0
Якутия	1	Зольников Г.В.	-0,62÷-0,78

Таблиця 4

Изотопный состав углерода и карбонатов продуктивных зон уран-натровых месторождений Кировоградского рудного района УЩ (по Белевцеву Я.Н. и др. [12])

Месторождение, участок	Углерод валовый	Кальцит (анкерит)		Пирит	Альбит
	$\delta^{13}\text{C}$, ‰	$\delta^{13}\text{C}$, ‰	$\delta^{18}\text{O}$, ‰	$\delta^{34}\text{S}$, ‰	$\delta^{18}\text{O}$, ‰
Мичуринское (южные фланги)	До -3,2	-1,1 ÷ -0,4	12,3 ÷ 12,9	+3,3	-
Мичуринское	До -1,5	-1,5	7,0	До -11,8	-
Северинское	До -3,9	-4,2 ÷ -1,0	8,0 ÷ 12,6	-19,1 ÷ -9,7	3,5-4,1
Ватугинское	До -1,8	-4,4 ÷ -3,8	11,3 ÷ 11,7	+1,6 ÷ +1,9	5,5-5,9
Альбититы в новоукраинских гранитах	До -2,6	-2,7 ÷ -1,6	10,7 ÷ 14,1	-11,2 ÷ -10,4	0,7-1,3

Пирит рудных зон характеризуется двумя типами (табл.4). На большинстве месторождений Кировоградского урановорудного узла (Северинское, Мичуринское) это переотложенный пирит с аномально легкой серой ($\delta^{34}\text{S}$ от -11,2 до -19,1 ‰). В рудных зонах Ватугинского, Мичуринского (южные фланги) и частично Северинского месторождений отмечается пирит с глубинной серой ($\delta^{34}\text{S}$ от -1,1 до +3,3 ‰).

По утверждению Ф.А. Летникова [10], при масштабном поглощении углекислоты глубинными расплавами флюиды могут претерпевать инверсию, превращаясь из окислительных в восстановительные, что должно препятствовать извлечению урана. Источником углекислоты могут быть первичные, наиболее глубинные мантийные флюиды, для которых большинство исследователей обосновывает сугубо восстановительный водородно-углеродный (с CH_4 , CO) характер [10]. Такие флюиды, окисляясь при проникновении в верхние зоны коры, могут превращаться в существенно углекислотные.

Из этого можно сделать вывод, что богатые урановые руды требуют для формирования наличия открытых полостей мантийного проникновения. Наличие таких полостей может быть обеспечено геодинамической обстановкой локального расширения, диагностируемой проявлениями дайковых комплексов ультраосновных щелочных пород (в первую очередь кимберлитов) [3]. Инверсия мантийных флюидов водородно-углеродного состава в углекислотные при подъеме на коровые структурные этажи, по мнению авторов, объясняет источник части углерода в карбонатах месторождений уран-натровой формации с изотопной характеристикой коровой природы при полном отсутствии карбонатсодержащих вмещающих толщ в разрезе Кировоградского урановорудного района. При сопоставлении изотопии карбонатов необходимо учитывать глубины рудогенерации эндогенной природы. Так, генерация кимберлитовых магм однозначно осуществляется на уровнях верхней мантии (~ 150 км) и в процессе тектонической активизации подъем алмазонасных кимберлитовых магм на верхние структурные этажи осуществляется с колоссальной скоростью. В противном случае алмазы сгорают. В то же время генерация урановых руд из компонентов мантийной природы осуществляется вследствие эволюционирования сложных рудогенетических систем на внут-

риковом уровне. При этом флюиды мантийной природы, в частности углекислотные, возможно, претерпевают вторичную трансформацию при подъеме на коровые глубины [10] Это, вероятно, и приводит к появлению среди карбонатов диапазона изотопной составляющей корового происхождения.

Масштабы и роль углеводородной дегазации (УВ-дегазации) Земли (Семененко Н.П.), в отличие от водноуглекислотной (Ронов А.Б.), не получили должной оценки в формировании эндогенных месторождений. Б. М. Валяев в своей работе [14] привел принципиально новые данные о масштабах, каналах и механизмах глубинной УВ-дегазации, а также преимущественно глубинной природе углеводородов (УВ). Выполненная им оценка потока глубинной УВ-дегазации [14], с учетом рециклических компонент и изотопных характеристик всех слагаемых глобального баланса углерода, показала, что ежегодный вынос глубинного углерода может достигать значения $2,5 \times 10^{14}$ г/год, при этом минимальный вклад ювенильного углерода и глубинных УВ в дегазацию Земли составляет 5×10^{13} г/год. Г.И. Войтов (1979 г.) рассчитал, что из ежегодного поступления в атмосферу и гидросферу $2,4 \times 10^{14}$ г углерода – 70% ($1,68 \times 10^{14}$ г) приходится на УВ. Вклад мантии им был оценен в 80% [14, 15].

За последнее время представления о диапазоне значений $\delta^{13}\text{C}$, свойственных мантийному метану, сильно изменились. Если ранее (Э.М. Галимов (1973 г.) [10]) считали, что изотопная метка метана по углероду $\delta^{13}\text{C} \sim -7\text{‰}$, то спустя 10 лет изучение „черных курильщиков“ срединно-океанических хребтов показало уже значение $\delta^{13}\text{C} -18\text{‰}$ [14]. Э.М. Прасолов (1990 г.) установил, что значения изотопного состава углерода мантийного метана находятся уже в интервале значений ($\delta^{13}\text{C}$ от -10 до -35‰) [14]. Выполненные исследования (Валяев Б.М., Титков Г.А., 1985 г.), а также последующие обобщения и интерпретации показали, что метан с более легкими метками изотопного состава углерода (до -60 , -70‰) может не только генерироваться на большой глубине, но и приобретать такие значения $\delta^{13}\text{C}$ в результате вторичных процессов трансформации глубинных УВ-флюидов [14, 17].

Эти выводы вносят значительные коррективы в генетические построения и последующие прогнозные

оценки при использовании изотопных данных, поскольку из них следует, что УВ-газы и углекислотные флюиды мантийного генезиса претерпевают инверсию, либо вторичную трансформацию при подъеме на верхние структурные этажи, что, вероятно, приводит к изменению диапазонов изотопных составов углерода и обогащению их первоначально считавшимися „коровыми“ значениями. Следовательно, на самом деле, влияние мантийных флюидов распространено гораздо шире, чем предполагается по изотопии углерода, и именно они в процессе мантийной дегазации Земли сопровождаются накоплением полезных компонентов широкого спектра на различных структурных этапах.

Геохимическая связь урана и бериллия в полевошпатовых метасоматитах различной металлогенической специализации в пределах Волынского и Кировоградского блоков. Для ураноносных и бериллиеносных полевошпатовых метасоматитов характерна общность локальной структурной позиции – они располагаются в узлах сопряжения или пересечения региональных широтных зон с длительной и многоэтапной историей формирования со структурами более высоких порядков (для бериллиеносных метасоматитов Волынского блока – это пересечение и сопряжение Сущано-Пержанской зоны с широтной региональной Полесской разломной зоной (рис. 2), для кировоградских ураноносных метасоматитов – пересечение Кировоградской, Новокозантиновской и Звенигородско-Анновской зон с Субботско-Мошоринской широтной разломной зоной (рис. 1)).

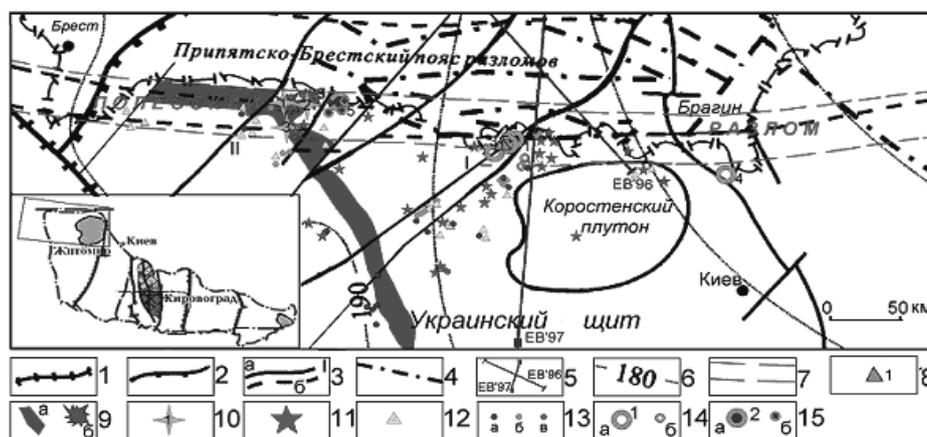


Рис. 2. Схема размещения бериллиеносных, ураноносных объектов, критериев и признаков алмазоносности в пределах Полесского разлома и сопредельных территорий. (Тектоническая основа по Гарецкому Р.К. и др.[18]). 1 – линия Тейссейра-Торквинста; 2 – западная граница Центрально-Белорусской шовной зоны; 3 – разломы (а – раннепротерозойские глубинные (I – Сущано-Пержанский; II – Стоходский); б – раннепротерозойские с рифей-вендской активизацией; 4 – платформенные девонские разломы; 5 – участки профилей EUROBRIDGE '97, '96; 6 – изолинии мощности литосферы; 7 – границы Полесского разлома; 8 – Пержанское рудное поле; 9: а – трапповые образования, б – трапповые трубки взрыва; 10 – находки обломков кимберлитов в гетерогенных брекчиях (проявления: 1 – Кухотсковольское, 2 – Перекальское, 3 – Серховское); 11 – находки кимберлитовых алмазов в рыхлых отложениях; 12 – находки хроштинелидов; 13 – находки пиропов с повышенным содержанием Cr_2O_3 в четвертичных и мезо-кайнозойских отложениях (а – до 5%, б – 5–7%, в – 7–12%); урановорудные объекты (PR₂): 14 – гидротермального типа в минерализованных зонах дробления: а – рудопроявления (1 – Ястребецкое (уран-ториевое), 2 – западный фланг Пержанского рудного поля (уран-ториевое), 3 – Пержанское (уран-ториевое), 4 – Ковишиловское (урано-вое)), б – проявления; 15 – полигенного типа: а – рудопроявления (5 – Вербовское), б – проявления

Несмотря на общность по целому ряду структурно-тектонических позиций, метасоматиты имеют существенно разную металлогеническую специализацию. Различия метасоматитов Кировоградского и Волынского блоков обусловлены целым рядом причин: характером вмещающих пород и характером тектоники, в значительной степени обусловленными разными уровнями дислокации и метаморфизма, геохимической специализацией дометасоматических гранитоидов, интенсивностью и мощностью проявлений отдельных этапов и стадий метасоматического минералообразования, условиями температурных режимов и т.д. Совокупность отмеченных выше факторов и особенно раз-

личный глубинный уровень формирования рудоносных метасоматитов и геохимическая специализация рассматриваемых тектонических блоков приводят к образованию метасоматитов с редкометальным оруденением, приобретающим либо калиевую (стадия микроклинизации и грейзенизации), либо натриевую (альбитизация) специфику и сложных или калиевым полевым шпатом и слюдами (сидерофиллитом) с бериллиевой минерализацией, или альбитом, рибекитом, эгирином и хлоритом с урановой, ториево-редкоземельной минерализацией [13]. В пределах генетического типа метасоматитов выделяются ураноносная и бериллиеносная рудные формации.

Урановая минерализация на объектах уран-натровой формации четко приурочена к альбититам. Однако, между формированием альбититов и урановым оруденением существует временной разрыв, устанавливаемый по предрудному катаклазу в альбититах. Рудоотложение урана, привнос бериллия и ванадия, не связанных прямо с урановым оруденением, постоянно присутствующая наложенная карбонатизация, связь этих процессов с натровыми метасоматитами, четкая пространственная приуроченность указанных сопряженных процессов к внутренним, наиболее интенсивно преобразованным зонам альбититов, указывают, что все эти процессы являются естественным результатом эволюции растворов, которые производили натриевый и калиевый метасоматоз.

В зависимости от преобладавшей специализации процесса, на глубине (калиевой или натривой) в тектонических структурах предопределился состав и характер конечных продуктов с формированием конкретных групп элементов до промышленных содержаний. При преобладании натриевого метасоматоза – формирование промышленных урановорудных объектов, пространственно сопряженных с проявленностью бериллиевой и ванадиевой минерализации, при преобладании калиевого метасоматоза – формирование промышленных бериллиеносных объектов с проявленностью бедного уранового оруденения. В пределах Кировоградского урановорудного района было установлено, что в альбититах и урановых рудах наряду с ураном увеличиваются концентрации преимущественно трех элементов: бериллия (рис. 3, а), ванадия (рис. 3, б), свинца (рис. 3, в), на отдельных урановорудных объектах наблюдается также увеличение циркония (рис. 3, г). Бериллий и ванадий являются сквозными элементами, сопутствующими натровому метасоматозу, в том числе рудной стадии, и образуют над всеми рудными объектами контрастные геохимические аномалии.

Свинец является радиогенным элементом и непосредственно связан с ураном, образуя геохимические аномалии над рудными телами. Коэффициент корреляции свинца с ураном в рудных альбититах, достигающий 0,70–0,86, указывает на преимущественно радиогенную природу свинца.

Цирконий в метасоматитах образует устойчивые корреляционные связи с ванадием и бериллием, а в рудных альбититах – дополнительно с иттрием и иттербием. Учитывая аномальные повышения содержаний циркония только в рудных альбититах и усиление в них положительных корреляционных связей циркония с иттрием и иттербием, можно предполагать, что основная масса аксессуарных цирконов образуется в рудную стадию, т.е. привнос циркония проходил одновременно с ураном.

Бериллий и ванадий образуют аномальные ореолы, пространственно совпадающие с урановой минерализацией в альбититах. Концентрации бериллия в альбититах, по сравнению с вмещающими гранитами и сиенитами, увеличиваются, в среднем, в 1,5 раза, а

в рудных апогранитных альбититах – в 3–9 раз. Здесь бериллий обнаруживает устойчивые положительные корреляционные связи с ванадием.

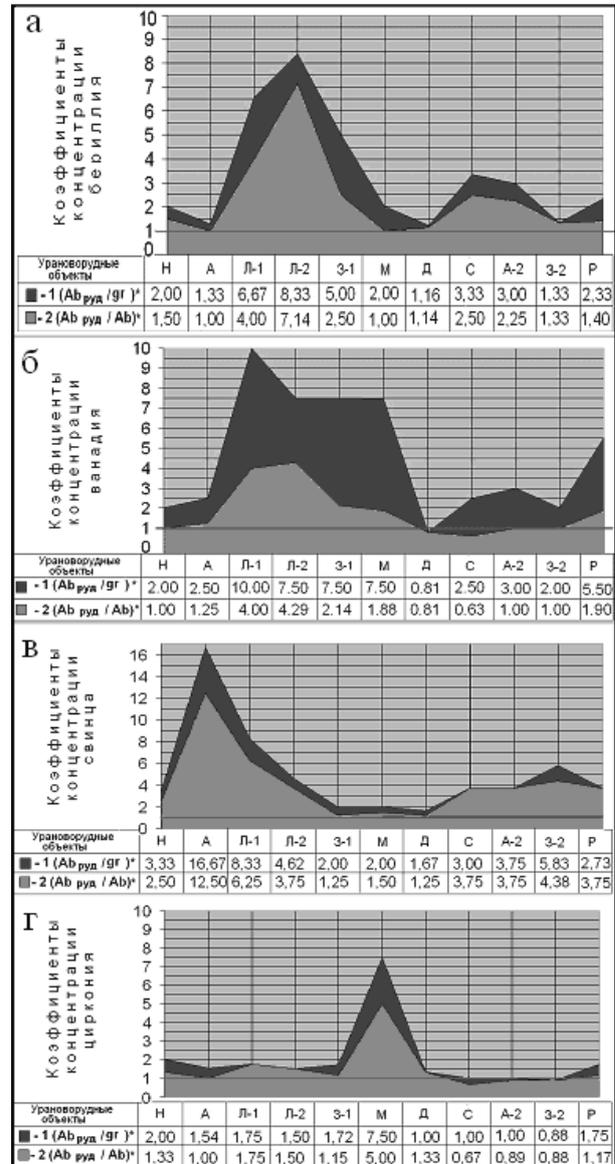


Рис. 3. Диаграммы коэффициентов концентрации: а – бериллия, б – ванадия, в – свинца, г – циркония для урановорудных объектов Новокопчантинского рудного поля (Кировоградский урановорудный район): 1 – в рудных альбититах относительно вмещающих порфиробластовых гранитов, 2 – в рудных альбититах относительно безрудных альбититов

В Новокопчантинском рудном поле аномальными ореолами бериллия выделяются Лесное, Летнее месторождения урана, Мануйловское и Залесное рудопроявления. На поверхности кристаллического фундамента аномальными ореолами бериллия проявляются только значительно эродированные рудные объекты. При этом площадь аномальных ореолов бериллия меньше размеров тел альбититов, в среднем, в

1,5 раза. Концентрация ванадия в альбититах увеличивается в 1,5–2 раза, а в рудных апогранитных альбититах в 2–7 раз. Здесь он обнаруживает устойчивые положительные корреляционные связи с бериллием. Аномальные концентрации ванадия наблюдаются как в рудных, так и в нерудных альбититах. Все месторождения и рудопроявления урана альбититовой формации в Кировоградском рудном районе проявляются аномальными ореолами ванадия интенсивностью $(3-30) \times 10^{-3}\%$, на фоне $(1-4) \times 10^{-3}\%$, по площади большей частью близки к размерам альбититов. На основании анализов было установлено, что корреляционные связи бериллия и ванадия с ураном неустойчивы или незначимы. При этом бериллий и ванадий имеют между собой прочные положительные корреляционные связи. Это можно объяснить одновременным привнесом данных элементов с образованием их минералов в единую стадию минералообразования, видимо, разобщенную во времени с урановой минерализацией, хотя пространственно приуроченную к одним тектоно-метасоматическим узлам.

Пространственная близость концентраций урана, бериллия и ванадия указывает на сходное проявление кислотно-щелочных свойств флюидов, образующих комплексные миграционные формы. Это предопределяет возможность совместного участия этой группы элементов в одном и том же геохимическом процессе, например, при их мобилизации во флюид или раствор из глубинных частей Земли или из области ультраметаморфизма, миграции в форме сложных комплексных соединений и концентрации этих элементов при определенных физико-химических условиях.

Бериллий – постоянный элемент-спутник в ураноносных метасоматитах, а уран – в бериллиеносных. Геохимическая специализация натровых метасоматитов, кроме U, определяется Zr, Be, V, реже Y, Yb, P [5]. Уран в бериллиеносных метасоматитах кроме того, что он отмечается по зонам роста гентгельвина, образует еще самостоятельные минералы (коффинит, уранинит, настуран), выделяющиеся в завершающие (карбонатную и хлоритовую) стадии второго этапа формирования бериллиеносных метасоматитов, являющегося малопродуктивным для этих образований [13]. При изучении литературы [5,13] внимание авторов привлекло следующее: низкое содержание флюорита в рудах Пержанского месторождения указывает на возможность переноса бериллия в виде щелочных комплексов, не содержащих фтора, и Be-OH, в меньшей мере – в форме фторбериллатов типа $K_2BeF_4 - Na_2BeF_4$. Щелочной метасоматоз на Пержанском бериллиевом месторождении также сопровождается накоплением радиоактивных металлов (чаще и интенсивнее тория), но не в зонах основного бериллиевого оруденения, а в самостоятельных, согласных с последними, преимущественно в их висячем боку. При существующем разобщении максимумов концентрации бериллия и урана отмечается непосредственная ассоциация бериллиевых минералов с ториевыми и урановыми при некотором опереже-

нии гентгельвина по отношению к урановым минералам. Основные зоны гентгельвинового оруденения располагаются в промежутках между сближенными радиоактивными аномалиями тория с калием и примесью урана.

По мнению Летникова Ф.А. [10], глубинные кислые углекислотные растворы быстро ощелачиваются при потере углекислоты в трещинных зонах с пониженным давлением. Как видим, высокая концентрация углекислоты в значительной мере определяет кислотность гидротермальных растворов и их способность к переносу урана. Потеря углекислоты сопровождается ростом активности щелочных металлов, в первую очередь калия, и массовым выпадением урана. Таким образом, щелочная среда способствует накоплению калия. С другой стороны, щелочные растворы активно выносят торий. Видимо, поэтому торий, вынесенный щелочными растворами из зон гентгельвинового оруденения, накапливается в подрудных метасоматитах, формирующихся в кислой среде. Видимо щелочные растворы активно выносят и бериллий из зон уранового оруденения, пресыщенных углекислотой, что приводит к накоплению бериллия на флангах урановых месторождений (Лелековское и Мичуринское рудные поля) вплоть до содержаний рудопроявлений. Эти закономерности поведения калия и тория в различных типах метасоматитов рудных полей бериллиевых и урановых месторождений отражают эволюцию и вариации кислотности-щелочности рудообразующих растворов.

В районе развития бериллиеносных метасоматитов уран и торий всегда фиксируются в количествах на порядок и более выше кларка: наибольшие их количества возникают в зонах дробления и катаклаза в пержанских „ гранитах“ и карбонатных прожилках с сульфидами на самых заключительных этапах развития процессов минералообразования. Бериллий во вмещающих породах резко по содержаниям превышает кларк и, в последовательном развитии минералообразования, создает промышленные концентрации несколько раз: в стадию высокотемпературной микроклинизации, в стадию грейзенизации и, наконец, в гидротермальную стадию [13]. В бериллиеносных метасоматитах характерна связь бериллия с торием и редкоземельными элементами. В метасоматитах ураноносного и особенно фосфорно-редкоземельно-ториево-урано-носного типов торий иногда присутствует в заметных количествах. Редкоземельные элементы также типичны для метасоматитов фосфорно-редкоземельно-урано-ториевого типа (Тимошевское, Вербовское проявления урана в обрамлении Корсунь-Новомиргородского плутона).

Определяющее различие руд всех типов редкометальных субформаций заложено в характере преобладающих летучих компонентов [13]: для ураноносных альбититов характерна лишь углекислота; для фосфорно-редкоземельно-уран-ториевых, кроме того, фосфатный ангидрит; для бериллиеносных – фтор. Тем не менее, углекислота может присутствовать в значительных количествах и в фосфорно-

редкоземельно-ураново-ториеносных метасоматитах (апатитоносных), и на завершающих этапах метасоматоза – в бериллиеносных. На урановых месторождениях область максимальных рудных концентраций приурочена к участкам повышенных концентраций углекислоты, поставка которой осуществляется из мантийных глубин [3, 4]. При этом, среднее содержание CO_2 , влияющее на мобилизующую, транспортирующую и концентрирующую металлы, в первую очередь уран, функции во вмещающих гранитах невысокое, что является косвенным аргументом, свидетельствующим в пользу подкоровой природы ураноносных минералообразующих растворов как для урановорудных, так и бериллиеворудных полевошпатовых метасоматитов. Рассматриваемые районы развития ураноносных и бериллиеносных рудных формаций в полевошпатовых метасоматитах близки по генезису и особенностям вмещающих пород. Наблюдаемые различия обусловлены разновозрастностью активных геологических процессов, проявленных в Кировоградском и Волыньском тектонических блоках, обуславливающих металлогеническую специализацию. Ураноносные и бериллиеносные приразломные полевошпатовые метасоматиты являются, по сути, индикаторами наиболее проницаемых зон глубинных разломов, что может быть использовано при прогнозировании различных эндогенных геологических образований в пределах исследуемой территории, включая кимберлитопроявления.

Выводы:

1. При использовании изотопных данных необходимо учитывать, что углеводородные газы и углекислотные флюиды мантийного генезиса претерпевают трансформацию или даже полную инверсию при подъеме на верхние структурные этажи. Поэтому компоненты первоначально мантийного генезиса распространены гораздо шире, чем предполагается согласно принятому диапазону изотопных характеристик углерода, в частности, для метана нефтегазовых месторождений и карбонатов гидротермальных месторождений уран-натровой формации.

2. Магматические камеры, непосредственно генерировавшие рудоносные флюиды, во всех случаях являются металлогенически специализированными, однако причины и механизмы этой специализации являются различными. Вероятно, в одних случаях они связаны с первичной специализацией подкоровых источников, в других – определялись вмещающей средой. Богатые эндогенные рудные скопления урана промышленного содержания уран-натровой формации, по мнению авторов, связаны исключительно с подкоровыми источниками как углекислоты, так и урана.

3. Накопление урана в альбититах Кировоградского урановорудного района сопровождается рядом сопутствующих элементов, в частности интенсивным увеличением количества бериллия и ванадия. Наблюдаемые пространственные совмещения ореолов урана и бериллия на месторождениях полевошпатовых метасоматитов ураноносной и бериллиеносной формаций в Субботско-Мошоринской и Полесской

минерагенических зонах являются следствием наложения друг на друга минеральных ассоциаций, обогащенных либо ураном, либо бериллием. Общность этих двух элементов с разной степенью их концентрации определяется присутствием в рудообразующих растворах, в первую очередь, углекислотной, а также фтор-содержащей составляющих. С тектоническими элементами, определяющими положение Полесского разлома, пространственно совмещаются не только проявления редкоземельно-редкометалльных и редкометалльных формаций, а также кимберлитопроявления (рис. 2). В общности мантийного источника углекислоты, генетически связанного с глубинными разломами, сформированными в режиме гидротермальных месторождений различной металлогенической специализации и близость проявлений щелочного ультраосновного магматизма.

4. В Кировоградском блоке наблюдается тесное пространственное совмещение уранового оруденения различных генетических типов, связанного с различными тектоническими циклами и рудными эпохами, подновляющегося в периоды активизации тектонической деятельности в течение 2 млрд лет в приразломных зонах глубинных долгоживущих разломов. Единственной естественной причиной такой чрезвычайно отчетливой локализации рудных процессов на ограниченных участках, проявленных в течение длительного геологического периода в непосредственной связи с разломной тектоникой и активизационными процессами, является глубинная природа рудных компонентов.

Список литературы / References

1. *Тяпкин К.Ф.* Изучение разломных структур геолого-геофизическими методами / К.Ф. Тяпкин, Т.Т. Кивелюк. – М.: Недра, 1982. – 239 с. – Библиогр.: С. 234–236.
Tyapkin K.F. Study of fractured structures by means of geological-geophysical methods / K.F. Tyapkin, T.T. Kivelyuk. – М.: Nedra, 1982. – 239 p. – Bibliogr.: p. 234–236.
2. *Казанский В.И.* Эволюция уранового рудообразования / Казанский В.И., Лаверов Н.П., Тугаринов А.И. – М.: Атомиздат, 1978. – 128 с. – Библиогр.: С. 126–128.
Kazanskiy V.I. Evolution of uranium ore formation / Kazanskiy V.I., Laverov N.P., Tugarinov A.I. – М.: Atomizdat, 1978. – 128 p. – Bibliogr.: p. 126–128.
3. *Калашник А.А.* Связь уранового рудообразования и проявлений щелочно-ультраосновного магматизма в пределах Лелековского и Мичуринского урановорудных полей Кировоградского блока УЩ/ Калашник А.А. // *Мін. ресурси України.* – 2009. – №4. – С. 18–21.: рис. – Библиогр.: С. 21.
Kalashnik A.A. Connection between uranium ore formations and appearances of alkaline-ultrabasic magmatism within the Lelekovskiy and Michurinskij uranium ore deposits of Kirovogradskiy block of the Ukrainian Shield / Kalashnik A.A. // *Mineralni resursy Ukrainy.* – 2009. – No.4. – P. 18–21.: Fig. – Bibliogr.: p. 21.
4. *Калашник А.А.* Геолого-структурные особенности пространственного размещения кимберлитопрояв-

ний и урановорудных объектов в Кировоградском рудном районе Украинского щита / А.А. Калашник, Г.М. Москаленко // *Мін. ресурси України*. – 2010. – №2. – С. 8–18. – Библиогр.: С. 18.

Kalashnik A.A. Geological and structural features of spatial distribution of kimberlites and uranium ore formations in the Kirovogradskiy ore district of the Ukrainian Shield / A.A. Kalashnik, G.M. Moskalenko // *Mineralni resursy Ukrainy*. – 2010. – No.2. – P. 8–18. – Bibliogr.: P. 18.

5. *Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины*. Том 1. Металлические полезные ископаемые / [Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др.]. – Киев-Львов: Изд-во „Центр Європы“. – 2005. – 785 с. – Библиогр.: С. 753–783.

Metallic and nonmetallic minerals of Ukraine. Vol.1. Metallic minerals / [Gurskiy D.S., Esipchuk K.Ye., Kalinin V.I. et al.]. – Kiev-Lvov. – “Tsentr Yevropy”. – 2005. – 785 p. – Bibliogr.: P. 753–783.

6. *Кузьмін А.В.* Роль процесів тектоно-магматичної (термальної) активізації в урановому рудоутворенні в породах фундаменту Українського щита / А.В. Кузьмін, В.А. Анісімов, О.Ф. Маківчук // *Вісник Київського Нац. університету, сер. геол.*, 2004. – No.5. – С. 65–67. – Библиогр.: С. 67.

Kuzmin A.V. Role of tectonic and magmatic (thermal) activation processes in uranium ore formation in basement rock of the Ukrainian Shield / A.V. Kuzmin, V.A. Anisimov, O.F. Makiichuk // *Visnyk Kyivskoho Natsionalnogo Universytetu, ser. geol.*, 2004. – No.5. – P. 65–67. – Bibliogr.: p. 67.

7. *Алмазоносные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы* / [Яценко Г.М., Гурский Д.С., Сливко Е.М. и др.]. – Киев: Видавничий центр УкрГГРИ, 2002. – 331 с.: табл., рис. – Библиогр.: С. 315–329. – ISBN 966-7896-04-8.

Diamondiferous formations and structures of south-west fringe of East European platform / [Yatsenko G.M., Gurskiy D.S., Slivko Ye.M. et al.]. – Kiev: Publishing house UkrGGRI, 2002. – 331 p.: tables, fig. – Bibliogr.: P. 315–329. – ISBN 966-7896-04-8.

8. *Столбов Ю.М.* О природе ураноносности кимберлитовых пород Якутской алмазоносной провинции / Ю.М. Столбов, Н.Н. Зинчук, Н.Ф. Столбова: матер. IV Межд. научно-практ. конф. „Комплексное изучение и освоение природных и техногенных россыпей“ (Симф., 26 сентября – 1 октября 2006 г.). – Симф., 2007. – С. 102–106.: табл. – Библиогр.: С. 106.

Stolbov Yu.M. About the nature of uranium contain kimberlites of Yakutskaya diamondiferous province / Yu.M. Stolbov, N.N. Zinchuk, N.F. Stolbova: materials of IV International theoretical and practical conference “Integrated study and development of natural and anthropogenic placers” (Simferopol, 26 September – 1 October 2006). – Simferopol, 2007. – P. 102–106 tables – Bibliogr.: P. 106.

9. *Цымбал С.Н.* Особенности вещественного состава кимберлитов Украины / С.Н. Цымбал, С.Г. Кривдик: матер. наук.-техн. конф. „Стан, перспективи та напрямки геологорозвідувальних робіт на алмази в Україні“ (Київ, 19-22 травня 2003 р.). – К.: УкрДГРІ, 2003. – С. 22–31.: табл., рис. – Библиогр.: С. 31.

Tsybmal S.N. Features of material constitution of kimberlites of Ukraine / S.N. Tsybmal, S.G. Krivdik: materials of Sci.-tech. conference. “State, prospects and ways of geological prospecting of diamonds in Ukraine” (Kyiv, 19–22 May 2003). – K.: UkrDGRI, 2003. – P. 22–31.: tables., fig. – Bibliogr.: p. 31.

10. *Флюидный режим земной коры и верхней мантии* / Ф.А. Летников, И.К. Карпов, А.И. Киселев, Б.О. Шкандрий – М.: Наука, 1977. – 216 с.: табл., рис. – Библиогр.: С. 212–214.

Fluid regime of Earth crust and upper mantle / F.A. Letnikov, I.K. Karpov, A.I. Kiselev, B.O. Shkandriy – M.: Nauka, 1977. – 216 p.: tables, fig. – Bibliogr.: p. 212–214.

11. *Ваганов В.И.* Термобарометрия ультраосновных парагенезисов / В.И. Ваганов, С.В. Соколов. – М.: Недра, 1988. – 149 с.: табл. – Библиогр.: С. 146–148. – ISBN 5-247-01227-5.

Vaganov V.I. Thermobarometry of ultrabasic paragenesis / V.I. Vaganov, S.V. Sokolov. – M.: Nedra, 1988. – 149 p.: tables – Bibliogr.: P. 146–148. – ISBN 5-247-01227-5.

12. *Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины* / [Белевцев Я.Н., Коваль В.Б., Бакаржиев А.Х., и др.]; под ред. Я.Н. Белевцева, В.Б. Ковалья. – К.: „Наукова думка“. – 1995. – 376 с. – Библиогр.: С. 376–392. – ISBN 5-12-003632-5.

Genetic types and laws of distribution of uranium deposits of Ukraine / [Belevtsev Ya.N., Koval V.B., Bakarzhiyev A.Kh. et al.]; edited by Ya.N. Belevtsev, V.B. Koval. – K.: “Naukova dumka”. – 1995. – 376 p. – Bibliogr.: P. 376–392. – ISBN 5-12-003632-5.

13. *Ураноносные и бериллиеносные метасоматиты Украинского кристаллического щита* / [Клочков А.С., Прусс А.К., Гинсбург А.И. и др.] // Материалы по геологии урановых месторождений М.: Изд-во ВИМС, 1979. – 238 с. – Библиогр.: С. 236–238.

Uranium containing and berillium containing metasomatites of Ukrainian crystalline shield / [Klochkov A.S., Pruss A.K., Ginsburg A.I. et al.] // *Materials on geology of uranium ore deposits*. M.: publishing house VIMS, 1979. – 238 p. – Bibliogr.: P. 236–238.

14. *Валяев Б.М.* Углеводородная дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений / Валяев Б.М. // *Геология нефти и газа*. – №9. – 1997. – С. 30–37. – Библиогр.: С. 35–37.

Valyaev B.M. Hydrocarbon degassing of the Earth and genesis of oil and gas deposits. / Valyaev B.M. // *Geology of oil and gas*. – No.9. – 1997. – P. 30–37. – Bibliogr.: P. 35–37.

15. *Войтов Г.И.* Химизм и масштабы современного потока природных газов в различных геоструктурных зонах / Войтов Г.И. // *Жур. Всес. хим. общества*. – 1986. – Т. XXXI. – Вып. 5. – С. 533–540. – Библиогр.: С. 539–540.

Voytov G.I. Chemism and scale of present flow of natural gases in differently structured geological zones / Voytov G.I. // *Zhur. Vses. khim. obshchestva*. – 1986. – Vol. XXXI. – Vol.5. – P. 533–540. – Bibliogr.: p. 539–540.

16. Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии / Галимов Э.М. – М.: Наука, 1973. – 236 с. – Библиогр.: С. 234–236.

Galimov E.M. Carbon isotopes in oil and gas geology / Galimov E.M. – М.: Nauka, 1973. – 236 p. – Bibliogr.: P. 234–236.

17. Дмитриевский А.Н. Геодинамические аспекты генезиса нефти и газа / А.Н. Дмитриевский, Б.М. Валяев, И.А. Володин // Проблемы происхождения нефти и газа. – М., 1994. – С. 22–30. – Библиогр.: С. 30.

Dmitriyevskiy A.N. Geodynamical aspects of oil and gas genesis / A.N. Dmitriyevskiy, B.M. Valyaev, I.A. Volodin // Problemy proiskhozhdeniya nefiti i gaza. – М., 1994. – P. 22–30. – Bibliogr.: P. 30.

18. Гарецкий Р.Г. Оценка перспектив алмазоносности территории Беларуси по данным глубинной геофизики / Р.Г. Гарецкий, Г.И. Каратаев, И.В. Данкевич // Літасфера. – 2005. – №2 (23). – С. 59–70. – Библиогр.: С. 70.

Garetskiy R.G. Evaluation of diamondiferous prospects of the territory of the Republic of Belarus on the base of hypogene geophysics data / R.G. Garetskiy, G.I. Karatayev, I.V. Dankevich // Litasfera. – 2005. – No.2 (23). – P. 59–70. – Bibliogr.: P. 70.

Досліджено зв'язок основних уранопродуктивних епох різних тектоно-магматичних активізацій Українського щита (УЩ) з розвитком супутніх з урановим зруденінням геологічних процесів, в тому числі кімберлітопроявів. Показано, що ця особливість є зовнішнім вираженням зв'язку ендегенних родовищ урану з мантійними джерелами вуглекислоти і руд-

них компонентів. Проведено зіставлення геохімічного зв'язку уран-берилій у ураноносних альбітитах Кіровоградського рудного району та берилієносних метасоматитах Пержанського рудного району, які структурно пов'язані з розломами мантійного проникнення. Зроблено висновок про ювенільну природу ураноносних мінералоутворюючих розчинів.

Ключові слова: ювенільні джерела урану, урано-продуктивні епохи, уран-натрова формація

The relation between the main uranium-productive periods of different tectonic-magmatic activation of the Ukrainian Shield with the development of associated with uranium mineralization geological processes, including kimberlitic magmatism have been considered in the paper. It has been shown that this feature is an external expression of connection of endogenous uranium deposits with mantle sources of carbon dioxide and ore components. The comparison of geochemical context connection of uranium-beryllium in uranium-bearing ore albitites of the Kirovograd region and beryllium-bearing metasomatites of the Perzhanskogo ore district, which structurally related to faults of mantle penetration have been carried in the paper. Conclusion about juvenile nature of the uranium-bearing mineral-forming solutions has been made.

Keywords: juvenile sources of uranium, uranium-productive era, uranium-sodium formation

Рекомендовано до публікації докт. геол.-мін. наук К.Ф. Тяпкіним. Дата надходження рукопису 29.11.10

Вийшла друком монографія

Бондаренко В.І., Мартовицький А.В., Ковалевська І.А., Черватюк В.Г.

Розвиток наукових основ підвищення стійкості гірничих виробок шахт Західного Донбасу.
Монографія. – Дніпропетровськ: ТОВ „ЛізуновПрес“, 2010. – 339 с.

В монографії викладено аналіз розвитку застосування різницевого чисельного методу у механіці суцільного середовища і, зокрема, методів кінцевих та граничних елементів при моделюванні об'єктів з нелінійними механічними характеристиками; аналіз результатів багатofакторного обчислювального експерименту щодо граничного та позамежного стану всіх елементів системи „масив-кріплення“; аналіз процесу розвитку епюри переміщень контура пластової виробки, що розташована у шаруватому суттєво неоднорідному масиві слабких гірських порід. Встановлено залежності впливу механічних характеристик шарів порід та особливості впливу геометричних параметрів типових перетинів виробки з кріпленням серій КМП-А3 та КШПУ на розвиток епюри переміщень її периметру. На базі кореляційно-дисперсійного аналізу результатів багатofакторного комп'ютерного моделювання геомеханічних процесів навколо пластової виробки отримана низка рівнянь регресії щодо розрахунку переміщень на основних ділянках периметра виробки, що характеризують її експлуатаційну придатність.

Монографія може бути корисною для наукових співробітників проектних і науково-дослідних інститутів гірничодобувної галузі, інженерно-технічних працівників шахт і виробничих об'єднань, а також студентів гірничих вищих навчальних закладів і факультетів.