

А.В.Кузьмин, В.Б.Заяц
КП «Кировгеология»

К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ОБНАРУЖЕНИЯ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ УКРАИНСКОГО ЩИТА

На территории Украинского щита можно выделить два вида вулcano-тектонических структур активизационного типа: кальдеры или грабенoподобные впадины, выполненные стратифицированными вулcanoгенно-осадочными толщами, и впадины, выполненные мощными толщами брекчированных пород фундамента, среди которых развиты вулканические аппараты центрального типа. Наметились черты сходства впадин, выполненных брекчиевым комплексом в северной части Кировоградского мегаблока, с впадиной, вмещающей комплексное месторождение Олимпик Дэм (Австралия).

Формирование большинства урановых месторождений в вулcano-тектонических структурах (ВТС) приурочено к фанерозойским образованиям в пределах Урало-Монгольского, Тихоокеанского и Средиземноморского подвижных поясов. С позднепротерозойским вулканизмом связано урановое оруденение в Северном Прибайкалье (Акитканский пояс), месторождения района Арьеплуг-Арвидсяур в Швеции, Валхалла, Олимпик Дэм, Акрополь, Проминент Хил в Австралии, Мичелин в Канаде. На территории Украины поисковые работы на уран в ВТС были начаты в 1985 году в пределах Вильчанской структуры Овручского вулcanoгена (северо-западная часть Украинского щита), но остановлены в связи с аварией на Чернобыльской АЭС.

По особенностям геотектонического положения и характеру развития выделяются две группы ураноносных вулcanoгенов — орогенные и активизационные [1]. Основная масса средних и все крупные месторождения расположены в активизационных вулcanoгенах, локализуясь в отдельных ВТС. Размещение этих ВТС контролируется глубинными разломами. По особенностям геологического строения и формирования можно выделить два основных типа ураноносных активизационных вулcanoгенов: 1) кальдеры или грабенoподобные впадины, выполненные стратифицированными вулcanoгенно-осадочными толщами, в составе которых эффузивы основного состава во времени сменяются кислыми и затем снова основными, а фундамент их отличается наибольшей продвинутостью гранитизационных процессов; 2) впадины, близкие к изометричной форме, выполненные мощными толщами брекчированных пород фундамента, среди которых развиты вулканические аппараты центрального типа; формирование этих образований непосредственно связано с подтоком глубинных восстановленных флюидов, окисление которых в верхней части земной коры обусловило развитие эксплозивных процессов с подчиненной ролью магматизма. Необычный (некогерентный) состав многокомпонентного оруденения в этих структурах свидетельствует о важной роли подкорового источника в его образовании.

На территории Украинского щита (УЩ) к образованиям первого вида ураноносных активизационных вулcanoгенов может быть отнесен связанный с позднепротерозойской тектоно-магматической активизацией (ТМА) Овручский вулcanoген в северной части Волынского мегаблока, включающий Белокоровичскую, Овручскую и Вильчанскую впадины и в региональном плане контролируемый Полесской зоной глубинного разлома широтного простирания. Особенности строения и история формирования наиболее изученной части вулcanoгена Вильчанской впадины типа кальдеры проседания диаметром около 17 км, а также радиогеохимическая характеристика слагающих ее и фундамент породных комплексов, изложены в работе [2]. Обращает на себя внимание устойчивое нарастание в породах фундамента содержания урана от метаморфитов теревской серии до более поздних гранитоидов житомирского и особенно кишинского

комплексов непосредственно в районе кальдеры. Привнос урана отмечен и в породах вулканогенно-осадочной толщи. Особенно заметно развитие подвижной формы урана в аргиллизированных и березитизированных разностях, что может свидетельствовать о привносе урана гидротермальными растворами. В целом район Вильчанской ВТС в региональном радиогеохимическом поле является площадной высококодифференцированной аномалией с редкометально-урановой специализацией. На ее фоне выделено несколько локальных аномалий, к которым приурочено рудопроявление и проявления урановой минерализации в породах вулканогенно-осадочной толщи. Сопоставление Овручского вулканогена и, в частности, Вильчанской ВТС со Стрельцовским рудным узлом в пределах Урало-Монгольского пояса по критериям, определяющим его геодинамическую модель, показало высокую степень подобия.

ВТС, сложенные брекчиевыми комплексами, на УЩ известны главным образом в Среднем Побужье и северной части Кировоградского мегаблока. В первом случае их образование связано с герцинской (Ильинецко-Липовецкий район), а во втором с альпийской (Болтышко-Ротмистровский район) ТМА. Оба района характеризуются широкой проявленностью глубинного магматизма и флюидизатно-эксплозивной деятельности [3], а сами структуры контролируются зонами глубинных разломов. Однако ряд исследователей полагают, что эти структуры образовались вследствие метеоритных ударов, которые по их мнению, являются единственной естественной причиной проявленного в их пределах ударного метаморфизма [4, 5, 6]. Этим представлениям в известной мере соответствовали и расчеты, согласно которым максимально возможная энергия вулканического взрыва в верхних горизонтах земной коры могла привести к образованию кратеров диаметром не более 11 км [7]. Детальное же изучение ряда крупных кратеров (от 40 до 100 км в поперечнике), считавшихся эталонами астроблем (Попигайского, Нордлингер Рис, Сёдбери и других) показало сонахождение в них признаков как ударного, так и вулканического происхождения [8, 9]. Отсюда возникло представление о вероятной связи вулканизма с метеоритным ударом. Вместе с тем, определилась статистическая связь между диаметром и глубиной взрывного кратера, согласно которой метеоритный удар может вызвать плавление глубинного вещества лишь при глубине кратера порядка 25 км, что соответствует его диаметру не менее 500 км или, с учетом влияния зоны брекчирования, 300 км [9]. Упомянутые же структуры имеют значительно меньшие размеры. Результаты широких многолетних экспериментальных исследований явлений, считавшихся типоморфными признаками метеоритного взрыва, изложены в монографии [10]. В частности, установлено, что воздействие ударных волн на предварительно нагретые породы может привести к появлению признаков ударного метаморфизма при давлениях, гораздо меньших, чем было ранее установлено в экспериментах с холодными образцами, а при взрывном окислении первично восстановленных флюидов, т.е. при химических газовых взрывах, давление на фронте ударной волны может достигать значений, достаточных для образования конусов разрушения, коэсита, стишовита и алмаза. Планарные же структуры в минералах были получены и неударным способом. В случае подтока восстановленных ювенильных флюидов вулканический механизм взрыва становится подчиненным и перекрывается намного более мощным явлением химического газового взрыва, при котором может возникать вся гамма эффектов ударного метаморфизма при весьма значительных размерах взрывных структур. Упомянутые же выше расчеты [7] были выполнены для условий относительно растянутого во времени вулканического взрыва.

Поскольку явления ударного метаморфизма не могут рассматриваться как бесспорные доказательства метеоритного происхождения указанных структур, при оценке их перспективности в отношении ураноносности необходимо рассмотреть два аспекта: а) уверенно определиться в их природе на основе анализа геолого-геофизических данных; б) наметить элементы сходства с известными ураноносными структурами.

Более изученной в отношении вулканизма является северная часть Кировоградского мегаблока, где на правом берегу реки Днепр верхнеюрские фосфатизированные брекчиевые отложения содержат обломки эффузивов. Бокситы и бокситовидные породы раннего мела в районе г. Смелы включают высокотемпературные минералы эксплозивного

происхождения и, видимо, являются продуктами выветривания туфогенных пород основного – ультраосновного состава [3]. Райгородская толща палеоцена залегает на кристаллическом фундаменте и образованиях мела, а перекрыта осадками эоцена. Она вмещает прослой хорошо сортированных песков и несколько горизонтов грубообломочных брекчий, а в нижней части и прослой бокситовидных пород, аналогичных таковым в составе нижнемеловых отложений. Работами КП «Кировгеология» в глинистом цементе таких прослоев найдены мелкие кристаллы алмазов кимберлитовой природы и обломки лампроитов. По данным геофизических съемок и дешифрирования материалов аэрофото- и космических съемок на обширной территории к северу от г. Кировограда, кроме известных Болтышской, Ротмистровской, Зеленогайской и Знаменской впадин, намечен ряд структур типа диатрем, заверка бурением части которых показала наличие брекчий. Сказанное свидетельствует о неодноактности формирования вулканогенных образований альпийского возраста в целом на довольно обширной территории (около 6500 кв.км) в значительном временном диапазоне. Это исключает возможность интерпретации указанных образований как результата мгновенного выброса при метеоритном ударе.

Из впадин, выполненных брекчиевым комплексом и выраженных отрицательными аномалиями в гравитационном поле, наиболее крупной и лучше изученной является Болтышская структура диаметром около 22 км (рис. 1). Она расположена в восточном экзоконтакте Корсунь-Новомиргородского плутона, на стыке восточной периферии Каменской овально-кольцевой куполовидной структуры диаметром около 35 км в теле плутона, в пределах которой установлены восходящие движения в раннем палеогене [11], с Кировоградским глубинным разломом субмеридионального простирания. Этот разлом был активизирован в альпийское время, о чем свидетельствует выпадение из разреза осадочного чехла пород то юры, то мела в разных блоках на выходе его в борт Днепровско-Донецкой впадины. По данным [11, 12, 13] впадина окаймлена поднятием тектонизированных пород фундамента шириной до 5 км, образующим окружность диаметром около 33 км. Наиболее глубокая часть ее имеет вид внутреннего кратера до 12 км в поперечнике, северная и южная бортовые части которого ограничены субширотными разломами, и глубину до 1 км. В прибортовых частях выявлен ряд мелких кольцевых структур, выполненных грубообломочной брекчией кристаллических пород с туфовым цементом. Кольцевое поднятие также вмещает вулканические аппараты центрального типа со взрывным характером извержений, вокруг которых отмечены ореолы пирокластического материала. Предполагается более раннее образование внутреннего кратера. Состав пород эффузивного облика в центральной части впадины снизу вверх по разрезу изменяется от андезитов до дацитов и фельзитов. В этом же направлении возрастает количество пирокластического материала. Отмечено чередование лав и туфов, а также наличие прослоев брекчий. Сравнительный анализ петрохимических особенностей этих пород показал их сходство с рапакиви Корсунь-Новомиргородского плутона [14]. Определения изотопного возраста стекловатых и раскристаллизованных разностей пород впадины показали разброс в диапазоне 178-55 млн. лет [5, 15], что согласуется с данными о неодноактности проявления альпийского вулканизма в районе и, в частности, при формировании Болтышской структуры.

Зеленогайская впадина диаметром 1,3 км, по данным работ КП «Кировгеология», в разрезе имеет грибовидную форму, а породы фундамента брекчированы на значительную глубину. Кластическое заполнение кратера содержит большое количество вулканического стекла и лапиллей. По данным С.А. Цымбала (устное сообщение) в ксенотуфобрекчии присутствуют продукты дезинтеграции ультраосновных пород верхней мантии.

В.Б. Зайцем выполнено изучение района Болтышской и Зеленогайской впадин методом статистического зондирования аномального гравитационного поля по алгоритмам

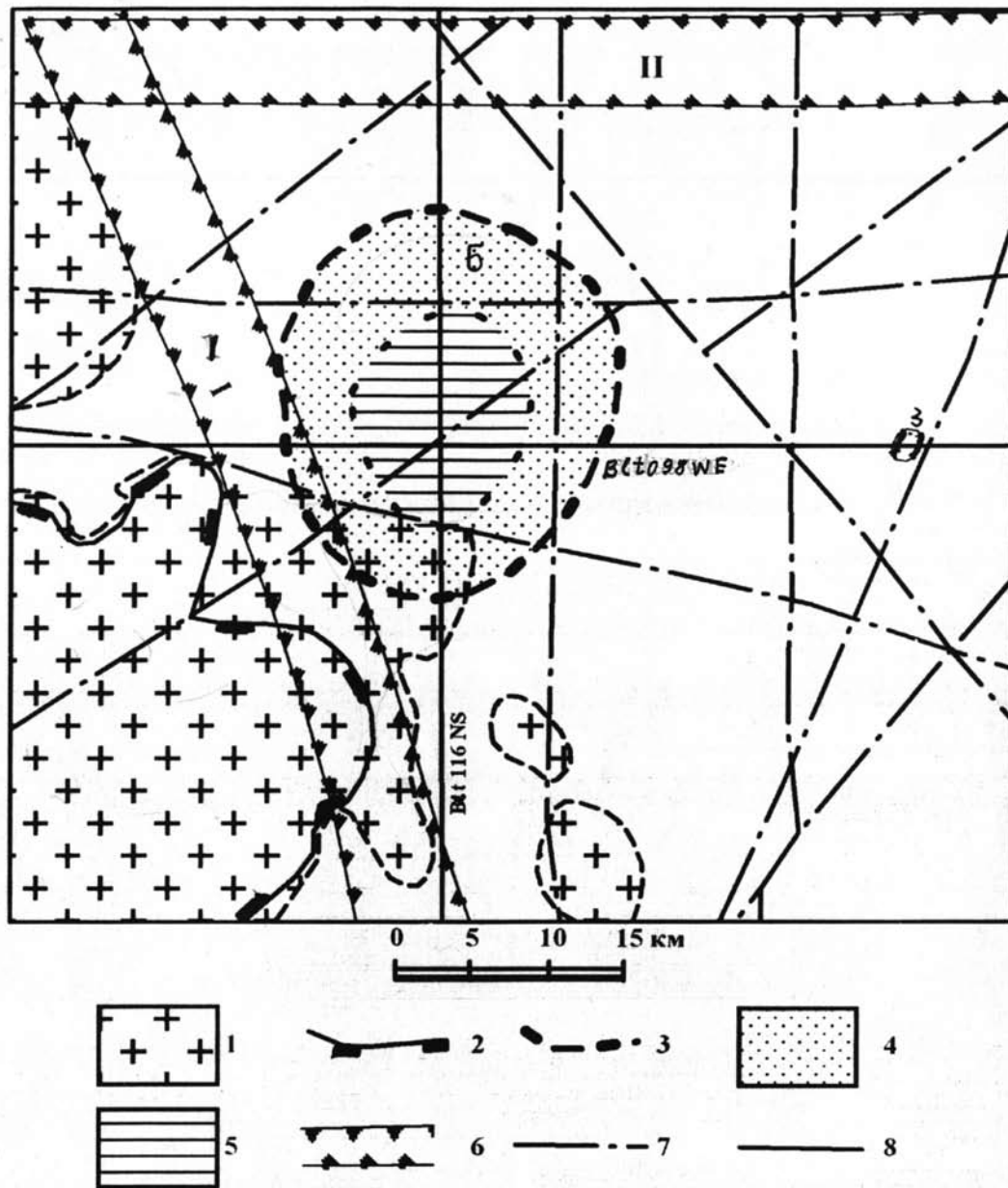


Рис.1. Схема расположения Болтышской и Зеленогайской впадин в структуре северной части Кировоградского мегаблока. 1. Область развития пород корсунь-новомиргородского комплекса. 2. Контур Каменской ОКС. 3. Контурсы Болтышской (Б) и Зеленогайской (З) отрицательных гравитационных аномалий. 4. Высокоградиентная часть Болтышской гравитационной аномалии. 5. Низкоградиентная часть Болтышской гравитационной аномалии. 6. Зоны глубинных разломов: I – Кировоградского, II – Тарасовского. 7. Разломы корового заложения. 8. Линии профилей статистического зондирования аномального гравитационного поля.

И.П. Приезжева и А.В. Петрова [16] до глубины 20 км, по данным которого построена серия разрезов (рис. 2). Разрезы Bt1098WE и Bt116NS полного поля через центр впадины показали, что основная часть его представлена породами с недостатком плотности, среди которых фиксируется тело «сверхлегких» пород, начинающееся непосредственно под впадиной и тянущееся до глубины 12 км, где объединяется с почти горизонтальным, аналогичным по плотностным характеристикам телом, центр которого приходится на глубину порядка 20 км. В разрезах локальной компоненты по этим профилям проясняется природа кольцевой отрицательной аномалии на периферии Болтышской структуры. Видимо, она связана с тороподобным телом легких пород, объединяющим серию локальных

аномалий, обусловленных малыми вулканическими аппаратами. В разрезе Blt098WE видно, что единой зоной разуплотненных пород объединяются Болтышская и Зеленогайская структуры. На глубине 16 км под Болтышской впадиной установлена область «сверхлегких» пород значительного объема, которая вместе с указанным тороподобным телом придает этой гигантской структуре грибовидную форму. Глубокая область разуплотнения под впадиной и серия локальных отрицательных гравитационных аномалий, объединяющихся в тороподобное тело, могут быть истолкованы как промежуточные камеры в процессе поступления расплавно-флюидных колонн в верхнюю часть земной коры.

Таким образом, при рассмотрении первого аспекта можно констатировать, что в северной части Кировоградского мегаблока на значительной территории развиты вулканогенно-терригенные образования альпийского возраста в виде алло- и аутигенного брекчиевого комплекса длительного формирования, как стратиформно залегающего в основании осадочного чехла, так и слагающего ВТС взрывного типа. В его составе присутствуют пирокласты и эффузивы подкорового происхождения. Нашими работами в породах фундамента южной бортовой части Болтышской ВТС установлены прожилково-вкрапленные ураноносные твердые битумы с изотопным возрастом от 90 до 30 млн. лет. В породах брекчиевого комплекса по трем скважинам отмечены уранопроявления, а в северо-западной бортовой части — довольно интенсивная флюоритовая гнездово-прожилковая минерализация в породах фундамента и брекчиевого комплекса на фоне хлоритизации. По данным литогидрохимического картирования эта структура выделяется контрастной комплексной площадной аномалией специфического некогерентного элементного состава: U, Be, Sn, Pb, Zn, Ag, Hg, As, Y, Cu, Mn, Co, Ti, Cr.

Что касается второго аспекта, то прямые ураноносные аналоги Болтышской и подобных ей структур в мировой практике пока не известны. Вместе с тем, особенности формирования Болтышской и Зеленогайской структур сближают их с впадиной, вмещающей крупное комплексное мес-торожение Олимпик Дэм и контролируемой зоной глубинного разлома [17, 18]. Для этой впадины характерны близкая к изометричной форма, заполнение аллогенной брекчией, в нижней части переходящей в аутигенную, общей мощностью не менее 1000 м. Отмечено поступление щелочных, основных и кислых магм, а также восстановленных флюидов, видимо, обусловивших эксплозивные процессы, вызвавшие многократное брекчирование и образование диатрем, а также брекчиевых тел неправильной формы с кластами мафических и фельзических магматических пород. В брекчиях установлены лапиллиевые туфы, туфовые конгломераты, шлаки, флюидизиты, т.е. породы, образующиеся при взрывных процессах. О времени ТМА, с которой связано образование этой впадины, можно судить по таким данным: становление гранитоидного батолита, в теле которого она расположена, завершилось на рубеже 1600 млн. лет, а возраст околорудной серицитизации оценивается в 1320 млн. лет [18]. Рудообразование в брекчиевом комплексе, во всяком случае его первый этап, имеет многофазный гидротермально-осадочный характер, а оруденение сформировалось из высокотемпературных восстановленных растворов. Особого внимания заслуживает весьма специфический состав оруденения: Fe, Cu, U, Au, Ag, TR с участием F, Sn, Mo, As, Ti, Co, Ni. Необычна ассоциация меди с ураном и редкими землями, причем уран коррелируется с легкими лантаноидами, в меньшей мере с железом, медью и фтором [17]. Среди жильных минералов важное место занимает флюорит. В соответствии с данными А.Д Щеглова [19], по характеру рудообразования, составу руд и соотношению в них рудных компонентов месторождение Олимпик Дэм может быть отнесено к категории мантийных. Таким образом, в формировании брекчиевого комплекса Болтышской и Зеленогайской ВТС и его составе можно видеть черты сходства с указанной выше впадиной, вмещающей промышленное комплексное оруденение, важную часть которого составляет уран. Имеющиеся факты свидетельствуют и о проявленности урановой и жильной минерализации как в породах фундамента, так и в брекчиевом комплексе Болтышской структуры.

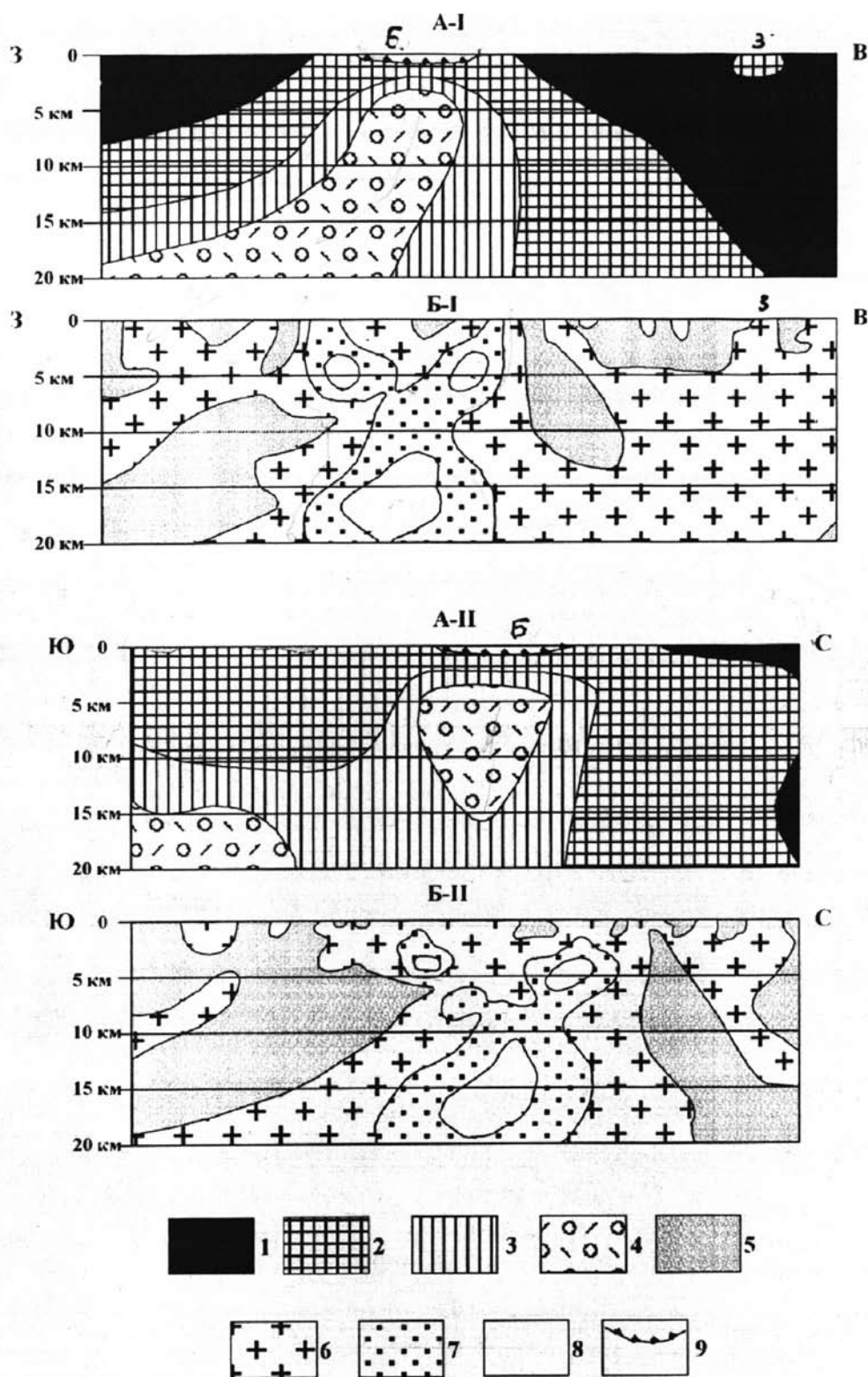


Рис.2. Схематические разрезы через Болтышскую и Зеленогайскую структуры, полученные методом статистического зондирования аномального гравитационного поля.

А. Полное поле: А-I - широтный разрез по профилю Blt098WE; А-II - меридиональный разрез по профилю Blt116NS. 1 - породы с избытком плотности; 2 - породы слабо разуплотненные; 3 - породы интенсивно разуплотненные; 4 - породы «сверхлегкие». Б. Локальная компонента: Б-I широтный разрез по профилю Blt098WE; Б-II - меридиональный разрез по профилю Blt116NS. 5 - породы с избытком плотности; 6 - породы слабо разуплотненные; 7 - породы интенсивно разуплотненные; 8 - породы «сверхлегкие»; 9 - контур внутреннего кратера Болтышской впадины. Б - Болтышская впадина; З - Зеленогайская структура

В целом кратко приведенные в статье данные дают основание полагать, что в пределах Украинского щита вероятно обнаружение промышленного уранового оруденения в активизационных ВТС обоих охарактеризованных видов, связанных с разновозрастной ТМА.

1. Ищукова Л.П., Ашихмин А.А., Константинов А.К. и др. Урановые месторождения в вулканотектонических структурах. – Москва; 2005. – 212с.
2. Кузьмин А.В., Анисимов В.А., Михницкая Т.П., Рябенко В.А. Урановые месторождения в вулканотектонических структурах и перспективы их обнаружения в пределах Украинского щита. // Геологический журнал. – 2008. №2. – С.44-51.
3. Яценко Г.М., Гурский Д.С., Сливко Е.М. и др. Алмазные формации и структура юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. – Киев. Укр. ГГРИ; 2002. – 331с.
4. Вальтер А.А., Рябенко В.А. Взрывные кратеры Украинского щита. Киев. Наукова думка, 1977. – 154с.
5. Гуров Е.П., Келли С.П. О возрасте Болтышской импактной структуры. // Геологический журнал. – 2003. №2. – С.26-29.
6. Масайтис В.Л. Геологические исследования падений кратерообразующих метеоритов. – Ленинград: Недра, 1973. – 17с.
7. Штейнберг Г.С. О взрывном образовании кальдер. // Доклады АН СССР - 1973. т.208, №6. – С.1342-1345.
8. Поляков М.М., Трухалев А.И. Попигайская вулканотектоническая кольцевая структура. // Известия АН СССР. Серия геологическая. - 1974. №4 – С.47-52.
9. Ронка Л.Б. Метеоритный удар и вулканизм. / Взрывные кратеры на Земле и планетах. - Москва: Мир, 1968. – С.174-183.
10. Ваганов В.И., Иванчин П.Ф., Кропоткин П.М. и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ. – Москва: Недра, 1985. – 200с.
11. Радзивилл А.Я. Болтышская вулканоструктура. (К проблеме фанерозойско-го вулканизма Украинского щита). // Тектоника и стратиграфия. - 1976. №11. – С.3-8.
12. Конаков В.В. Новые данные о строении прибортовой части Болтышской впадины. / Проблемы палеовулканических реконструкций и картирования в связи с вулканическим рудообразованием.- Киев: Наукова думка, 1981. – С.146-147.
13. Радзивилл А.Я., Куделя Ю.А. Соподчиненный ряд вулканоструктур мелового – палеогенового возраста центральной части Украинского щита. / Проблемы палеовулканических реконструкций и картирования в связи с вулканогенным рудообразованием. – Киев; Наукова думка, 1981. – С.145-146.
14. Белоус В.А. Петрохимические данные о вулканическом генезисе пород Болтышской впадины в центральной части Украинского щита. / Проблемы палеотектонических реконструкций и картирования в связи с вулканическим рудообразованием. – Киев: Наукова думка, 1981. – С.136-138.
15. Каталог изотопных дат пород Украинского щита. – Киев: Наукова думка, 1975. – 222с.
16. Никитин А.А., Петров А.В., Алексашин А.С. Комплекс спектрально-корреляционного анализа данных. – Москва: МГРУ, 2006.– 154с.
17. Вольфсон Ф.И., Королев Р.К. Условия формирования урановых месторождений. – Москва: Недра, 1990. – 288с.
18. Тишкин А.И., Гарханов А.В., Стрельцов В.А. Урановые месторождения древних щитов. – Москва: Недра, 1990. – 147с.
19. Щеглов А.Д. Основные проблемы современной металлогении. Вопросы теории и практики. – Ленинград: Недра, 1987. – 231с.

Кузьмін А.В., Заяц В.Б. ДО ПИТАННЯ ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ УРАНОВИХ РОДОВИЩ У ВУЛКАНО-ТЕКТОНІЧНИХ СТРУКТУРАХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

На території Українського щита можна виділити два види вулканотектонічних структур активізаційного типу: кальдери чи грабеноподібні западини, виповнені стратифікованими вулканогенно-осадочними товщами, і западини, виповнені потужними товщами брекчированих порід фундаменту, серед яких розвинені вулканічні апарати центрального типу. Намітилися риси схожості западин, виповнених брекчійним комплексом в північній частині Кіровоградського мегаблоку, з западиною, що вміщує комплексне родовище Олімпік Дем (Австралія).

Kuzmin A.V., Zaiats V.B. REGARDING PROSPECTS OF URANIUM DEPOSITS DISCOVERY IN VOLCANIC-TECTONIC STRUCTURES OF THE UKRAINIAN SHIELD

On the Ukrainian shield area, there are two kinds of activation-type volcanic-tectonic structures: calderas and ridge-like basins filled with stratified volcanic-sedimentary series and basins filled with thick series of foundation brecciated rock among which there are volcanic apparatuses of central type. Some similar features have been found for basins filled with breccia complex in the northern part of Kirovograd megablock and basins containing the complex deposit Olympic Dam (Australia).