

УДК 550.83: 553.83:551.243.5

А.А. Калашник, канд. геол. наук

Геологоразведочная экспедиция №37
Казенного предприятия „Кировгеология“, г. Кировоград,
Украина, e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭНДОГЕННОГО УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКОЙ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА

А.А. Kalashnik, Cand. Sci. (Geol.)

Exploration expedition № 37, State Enterprise “Kirovgeologiya”,
Kirovograd, Ukraine, e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru

GEOLOGICAL AND STRUCTURAL FEATURES OF ENDOGENOUS URANIUM ORE OCCURRENCES IN THE OREKHOVO-PAVLOGRAD MINERAGENOUS ZONE OF THE UKRAINIAN SHIELD

Цель. Прогнозирование возможности наращивания потенциала минерально-сырьевой базы урана в пределах Орехово-Павлоградской минерагенической зоны.

Методика. В соответствии с постулатами Новой ротационной гипотезы К.Ф.Тяпкина выполнена систематизация линейных Орехово-Павлоградского глубинного разлома, проявляющихся как в физических полях, так и в геологических особенностях, исследована металлогеническая специализация очаговых аномальных участков активизированной мантии района исследований с установленными глубинными источниками полезных компонентов (в частности, Малотерсянского щелочного массива). По результатам многолетних исследований методом глубинного сейсмического зондирования охарактеризованы основные особенности глубинного строения земной коры и верхней мантии в зоне Орехово-Павлоградского разлома. Проанализированы данные площадного распределения урана в разновозрастных породах Орехово-Павлоградской минерагенической разломной зоны и особенно редкого вербовского типа уранового оруденения, приуроченного к Малотерсянскому щелочному массиву. Опираясь на идею мантийного флюидно-магматического щелочного петрогенезиса, как основного рудогенерирующего процесса формирования эндогенных урановых месторождений, рассмотрены все установленные объекты эндогенного уранового рудообразования различных типов и возрастов в зоне Орехово-Павлоградского разлома мантийного проникновения с позиции оценки возможности их формирования за счет мантийных источников щелочных растворов и рудного вещества, изучена специфика эволюции уранообразования района исследований.

Результаты. Установлена тесная пространственная связь эндогенных урановорудных объектов с Орехово-Павлоградским разломом, однако в его пределах выявлены лишь единичные рудопроявления урана различных генетических типов. Приразломные ураноносные полевошпатовые метасоматиты в Орехово-Павлоградской зоне, по результатам специализированных на уран поисковых работ практически отсутствуют. Из чего следует, что работы по поиску промышленных урановорудных объектов альбититовой формации – основного типа промышленного эндогенного уранового рудообразования Украинского щита в данном регионе явно нецелесообразны. Вероятнее всего, в зоне глубинного Орехово-Павлоградского разлома мантийного проникновения не возникло сочетания условий, благоприятного для формирования рудообразования с промышленно значимыми концентрациями урана.

Научная новизна. Использованы идеи и традиции научной тектонической школы профессора К.Ф.Тяпкина применительно к области поиска радиоактивного сырья для формирования рационального прогнозно-поискового комплекса, основанного на мантийно-парагенетической связи формирования месторождений урана различного генезиса с глубинными разломами мантийного проникновения.

Практическая значимость. Изложенные материалы дали возможность отрицательно оценить возможности расширения минерально-сырьевой базы урана в Орехово-Павлоградской минерагенической зоне, что способствует повышению эффективности и целенаправленности ведения прогнозно-поисковых и поисковых работ, специализированных на уран.

Ключевые слова: мантийные источники урана, урановое оруденение, мантийные флюиды

Общая постановка проблемы. При изучении геолого-структурных особенностей пространственного размещения промышленных объектов уран-натровой формации Кировоградского урановорудного района УЩ авторами [1, 2] был сделан ряд вы-

водов по закономерностям их проявления в тесной связи с глубинными разломами мантийного проникновения, которые сопровождаются проявлениями ультраосновного щелочного магматизма, включая кимберлитопроявления. Причинная связь обусловлена единым структурно-тектоническим фактором рудообразования (расположением в зонах мак-

симальной тектонической проработки и глубинной проницаемости над активными мантийными структурами), единым источником полезного компонента (верхняя мантия), вещественной связью этих полезных компонентов, формирование которых требует наличия источника углекислотных мантийных флюидов [1, 2]. Это позволяет, рассматривая вероятные источники урановорудных компонентов, отдавать предпочтение мантийным, по-новому рассматривать возможности миграции, мобилизации и концентрации урана в тесной связи с мантийными флюидами. Расположение глубинных разломов над активными мантийными структурами можно расценивать как важнейшую предпосылку формирования уранового рудообразования. Для гидротермальных месторождений урана характерна уранил-карбонатная форма его привноса. По этой причине мощные потоки углекислоты рассматриваются как характерная особенность районов со значимыми гидротермальными месторождениями урана.

Приуроченностью к долгоживущим глубинным разломам, с установленной связью полезных компонентов с мантийными глубинами (включая потоки углекислоты), повышенным фоновым содержанием урана характеризуются и щелочные массивы [3]. Месторождения комплексных руд, локализованные среди карбонатитов и щелочных метасоматитов в очаговых структурах массивов щелочных пород, являются урансодержащими (Илимаусак (Гренландский щит), Палабора (Трасваальский щит), Мепонда и Иломба (Нигеро-Мозамбикский щит) и ряд других [3]).

Орехово-Павлоградская разломная минерагеническая зона является пограничной для Среднеприднепровского и Приазовского мегаблоков. По своим масштабам и геологической позиции она сопоставима с Криворожско-Кременчугской минерагенической зоной, однако, в отличие от нее не контролирует урановорудных объектов промышленной значимости. Подтверждением глубинности Орехово-Павлоградской разломной зоны, с проникновением в мантию, является наличие в ее пределах уступа в положении раздела Мохо с амплитудой до 5 км. Кроме того, она характеризуется наличием гравитационной ступени с градиентом до 3 мГл/км и резкого различия уровня геомагнитного поля по обеим сторонам минерагенической зоны. Результаты геофизических исследований подчеркивают высокую интенсивность происходивших в районе Орехово-Павлоградской разломной зоны тектонических процессов.

Все случаи уранового рудообразования гидротермального типа любого возраста в зонах разломов мантийного проникновения заслуживают внимания с позиции оценки возможности их формирования за счет мантийных источников щелочных растворов и рудного вещества. Рассмотрим структурные особенности проявления уранового оруденения в зоне Орехово-Павлоградского разлома и сопредельных территориях. Выясним возможность наращивания потенциала минерально-сырьевой базы урана в пределах Орехово-Павлоградской минерагенической зоны.

Проявленность Орехово-Павлоградской разломной зоны в физических полях и связь с ней урановорудных объектов. Орехово-Павлоградский глубинный разлом состоит из двух основных отчетливых линейных фрагментов: южного Ореховского с азимутом простирания 17° и северного Павлоградского с азимутом простирания 347° (рис. 1).

Наряду с фрагментами разломов указанных простираний в формировании разломной структуры участвуют разломы с азимутами $0, 35, 305, 45, 315, 270^\circ$, но так, что осевые линии Ореховского и Павлоградского разломов являются, вследствие закона унаследованности развития, одновременно и осевыми линиями сложной совокупности активизированных фрагментов всех вышеуказанных направлений, образующих сложно-построенную минерагеническую зону (рис. 1, В).

Наличие наложенных структур – один из признаков глубинного разлома. В пределах наложенной структуры Орехово-Павлоградского разлома широтное и северо-западные направления проявляются, преимущественно, в дизъюнктивных нарушениях, а остальные, кроме того, в простираниях пород. В пределах наложенной структуры наблюдаются также полосы сложной конфигурации пород центрально-приазовской серии – кварцитов и серпентинитов. Азимуты простирания осевых линий этих полос – 17° , а состоят полосы из фрагментов с азимутами 0 и 35° .

По мнению К.Ф. Тяпкина, разломы простираний $0, 35, 45, 315, 305, 270^\circ$ были заложены до начала образования Орехово-Павлоградской структурно-фациальной зоны [4]. Активизированные фрагменты разломов этих направлений определили границы отдельных участков структурно-фациальной зоны, а простирания 17° (Ореховский разлом) и 347° (Павлоградский разлом) – поле планетарных напряжений, с разрядкой которого связано формирование этой зоны [4]. Справедливость последнего вывода подтверждается, в частности, закономерностями пространственного положения участков пород центрально-приазовской серии в пределах наложенной структуры. В последующих активизациях наиболее четко проявили себя разломы направлений $0, 35, 305, 45, 315, 270^\circ$. В зоне Орехово-Павлоградского разлома на УЩ, по данным ГСЗ, наблюдается аномальный раздвиг зоны взаимоперехода между корой и мантией (рис. 2). Орехово-Павлоградский разлом является пограничным для Среднеприднепровского и Приазовского мегаблоков (рис. 1, 3).

На северном участке между Харьковом и Павлоградом вдоль зоны Орехово-Павлоградского разлома происходит сочленение Днепрово-Донецкой впадины (ДДВ) с Донецким складчатым сооружением. Для этой зоны характерны быстрые изменения мощностей и литофациальные замещения карбоновых, пермских, юрских и более молодых образований, свидетельствующие о приуроченности к зоне сочленения границы крупных блоков с длительными разнонаправленными движениями (по Чекунову А.В.).

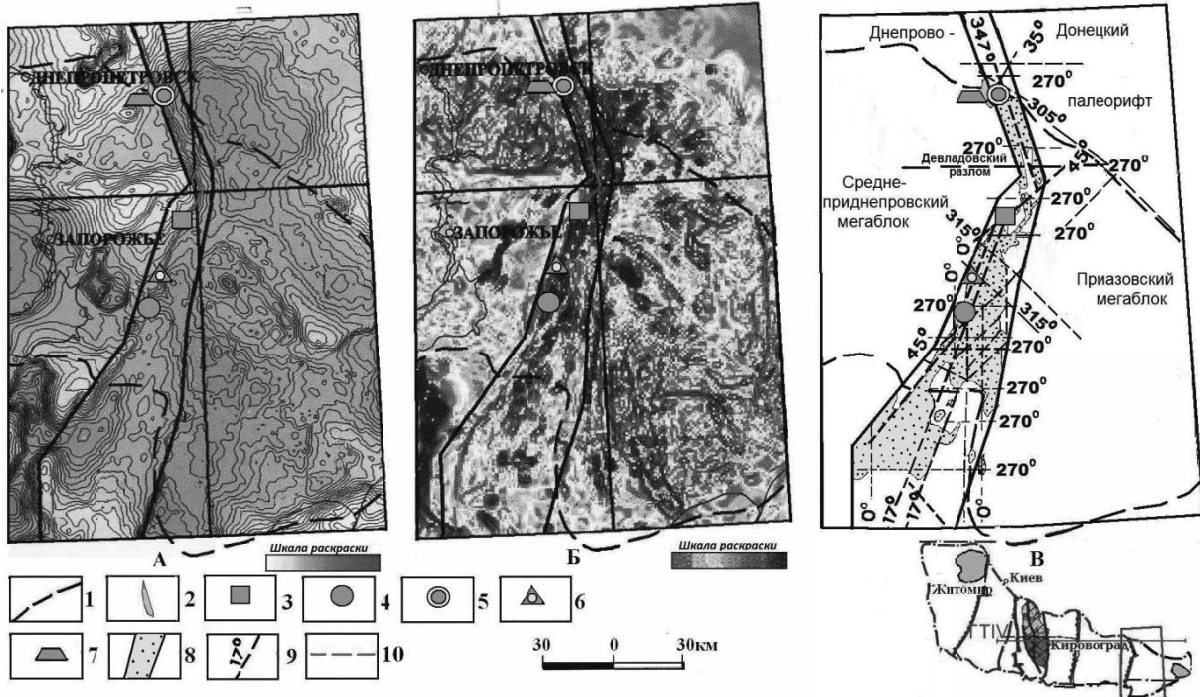


Рис. 1. Схема размещения урановорудных объектов в Орехово-Павлоградской минерагенической структуре и прилегающих территориях, совмещенная со схемой гравитационного поля (А), магнитного поля (Б) (геофизическая основа – Ентин В.А., 2002 г.) и тектоническая схема Орехово-Павлоградской зоны разломов (В). Условные обозначения: 1 – граница УЩ, проведенная по подошве рифея-венда; 2 – Малотерсянский массив щелочных пород, рудопроявления урана; 3 – осадочно-метаморфогенного типа в кварцитах; 4 – гидротермального типа в зонах дробления пород кристаллического фундамента в минерализованных зонах (Новопаоловское); 5 – гидротермальное уранбитумное (Вербовское); 6 – пневматолитово-гидротермальное в гнейсах; 7 – магматического типа в массивах щелочных сиенитов (Малотерсянское); 8 – породы Орехово-Павлоградской структурно-фациальной зоны (нерасчлененные); 9 – осевые линии разрывных нарушений Орехово-Павлоградской зоны разломов; 10 – осевые линии разломов, контролирующих урановое оруденение

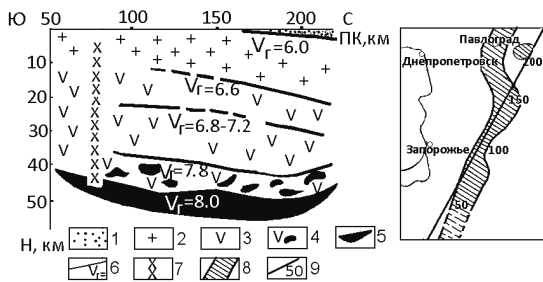


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез земной коры в зоне Орехово-Павлоградского глубинного разлома на УЩ (по Чекунову А.В.): 1 – осадочный слой; 2 – „гранитный“ слой; 3 – „базальтовый“ слой; 4 – зона взаимоперехода земной коры и верхней мантии (зона „коро-мантийной“ смеси); 5 – верхняя мантия; 6 – сейсмические границы с указанием значений граничных скоростей; 7 – краевое разрывное нарушение зоны Орехово-Павлоградского глубинного разлома; 8 – зона Орехово-Павлоградского глубинного разлома и ее южное продолжение под осадочным чехлом; 9 – профиль ГСЗ

В гравитационном и магнитном полях ей соответствуют полосы больших градиентов (рис. 1, А, Б), разграничивающие в северо-восточном направлении рай-

оны с различным фоновым гравитационным и магнитным полями. В зоне сочленения широко развита серия разрывных нарушений, обуславливающая быстрое погружение осадочных толщ на запад, формирование структурных террас, поперечных барьеров и смещению осевых линий антиклинальных складок в северо-восточном направлении, несогласном общему региональному простиранию структур.

Характерным для северной части Орехово-Павлоградского разлома является развитие ультраосновных и основных пород: серпентинитов (локально развиты на Восточно-Преображенском участке), диабазов – отмечаются в виде единичных или серий даек по всей полосе разлома.

В западном борту северной части Орехово-Павлоградской минерагенической зоны расположен Малотерсянский щелочной массив, имеющий редкометалльную металлогеническую специализацию (Nb, Ta), с выявленными урановым и уран-ториевым рудопроявлениями. Массив перспективен на тантал-ниобиевое оруденение, связанное, главным образом, с щелочными сиенитами, сиенит-пегматитами, фенитами, и, в меньшей мере, с нефелиновыми сиенитами [3]. Наиболее высокие содержания редких металлов связаны с участками фенитизации на участках пересечения с Орехово-Павлоградским разломом [3]. К зоне дробления в пи-

роксен-магнетитовых кварцитах новопавловской свиты Орехово-Павлоградской зоны приурочено Новопавловское рудопроявление урана (рис. 1). Урановое оруденение здесь представлено настураном и урановыми чернями, выполняет волосовидные трещинки в дробленном милоните, сопровождается интенсивной карбонатазацией, гематитизацией, сульфидной минерализацией (пирит, халькопирит, галенит) [5].

В пределах Орехово-Павлоградского разлома выявлены лишь единичные рудопроявления урана различных генетических типов (рис. 1). Приразломные ураноносные полевошпатовые метасоматиты в Оре-

хово-Павлоградской зоне, по результатам специализированных на уран поисковых работ, практически отсутствуют. Из чего следует, что работы по поиску промышленных урановорудных объектов альбититовой формации, основного типа промышленного эндогенного уранового рудообразования УЩ, в данном регионе явно нецелесообразны.

Рассмотрим особенности площадного распределения урана в разновозрастных породах Орехово-Павлоградской минерагенической зоны, что поможет установить специфику эволюции уранообразования района исследований.

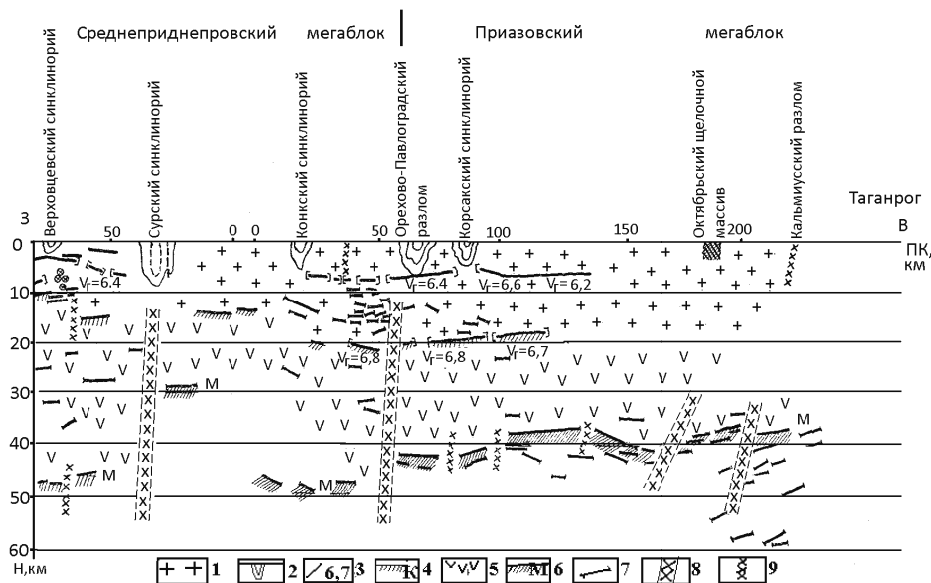


Рис. 3. Фрагмент сейсмогеологического разреза земной коры вдоль геотранверса IV по линии Таганрог-Кировоград (фрагмент) (по Чекунову А.В.): 1 – гранитный слой; 2 – синклиновые структуры в докембрии Украинского щита; 3 – граничные скорости в км/с; 4 – раздел Конрада; 5 – „базальтовый“ слой; 6 – раздел Мохо; 7 – отдельные отражающие площадки; 8 – глубинные разломы; 9 – крупные разломы

Особенности площадного распределения урана в разновозрастных породах Орехово-Павлоградской минерагенической зоны. Образования диабазоспилитовой формации орехово-павлоградской серии характеризуются низкими содержаниями урана $0,2-0,6 \times 10^{-4}\%$. Гнейсы биотитовые, гранат-биотитовые, силлиманит-биотитовые орехово-павлоградской серии содержат урана до $2,2 \times 10^{-4}\%$ [5]. Несколько меньшие концентрации урана имеют безрудные кварциты, кварц-полевошпат-слюдяные сланцы и биотит-амфиболовые гнейсы верхней части орехово-павлоградской серии. Содержание урана в них составляет $1,4-1,6 \times 10^{-4}\%$. Плаггиомигматиты отмечаются концентрациями урана $1,0-1,2 \times 10^{-4}\%$. Пегматоидные и аплит-пегматоидные граниты – $5,0 \times 10^{-4}\%$ [5]. Как видим, формации Орехово-Павлоградской зоны характеризуются низкими фоновыми концентрациями урана.

Исследования изотопного возраста радиогенных включений радиоактивных ореолов в неизменных плаггиомигматитах Орехово-Павлоградской зоны позволили установить их сингенетическую природу, связанную с акцессорной минерализацией и отсут-

ствием более позднего (позднее 2200 млн лет) привноса и перераспределения урана в этих образованиях (коэффициент миграции равен $0,90-1,04$ [5]). Об отсутствии более позднего перераспределения урана (позднее 2200 млн лет) свидетельствует и показатель миграции, равный 1,0 в мигматитах Орехово-Павлоградской зоны [5]. Эти радиоактивные ореолы не представляют интереса в плане ураноносности.

Наиболее интенсивное уранообразование УЩ связано со среднепротерозойским этапом тектонической активизации 1,9–1,8 млрд лет, который проявился формированием метасоматических и интрузивных комплексов щелочных пород и образованием месторождений альбититовой формации центральной части УЩ [5]. В Приазовском мегаблоке эпоха 1,8–1,79 млрд лет характеризуется разнообразием пород и рудной минерализации, связанными с гранитами каменноугольного комплекса, габброидами, гранодиоритами и монцонитами южно-кальчикского комплекса, щелочными породами Октябрьского массива и интенсивно проявленной редкометальной минерализацией [6]. В этот же период

в бортовой части Орехово-Павлоградского разлома сформировался и Малотерсянский щелочной массив. Породы Малотерсянского щелочного массива характеризуются повышенным фоновым содержанием урана (содержание урана в щелочных сиенитах Малотерсянского массива достигает $14-19 \times 10^{-4}\%$ (данные КП „Кировгеология“)), однако, радиоактивные элементы содержатся в виде минеральных примесей, либо изоморфной примеси в кристаллических решетках редкометалльных минералов, что типично для щелочных массивов (табл. 1) и обуславливает низкую миграционную способность и существенную инертность урана.

Таблица 1

Содержание урановых и ториевых компонентов (в %) в редкометалльных минералах различных щелочных массивов (по Волковой Т.П. [7])

Минерал	UO ₂	U ₂ O ₃	U ₃ O ₈	ThO ₂
Минералы тантала и ниобия				
Пирохлор	-	1,05	-	1,65
Фергусонит	-	-	1,11	0,88
Гатчетолит	-	-	11,98	-
Эльсвортит	-	-	13,77	-
Бетафит	18,43	-	-	0,895
Приазовит	3,12	6,28	-	2,0
Приорит	-	-	5,01	1,58
Тапиолит	-	-	0,28	-
Колумбит	1,14	-	-	-
Самарскит	-	-	3,89	2,88
Минералы редких земель				
Ортит	-	-	-	2,08
Бритолит	-	-	-	1,93
Чевкиннит	-	-	-	0,10
Ксенотим	1,62	-	-	-
Монацит	-	-	0,08	4,10

Изотопный состав жильных и дайковых карбонатных тел Малотерсянского массива (табл. 2) указывает на крайний гетерогенный характер карбонатов, которые имеют возможные глубинные источники CO₂, кроме того, весьма широк температурный диапазон их формирования (по Загнитко В.Н., Луговой И.П.). Благоприятная структурно-тектоническая обстановка в сочетании с глубинными углекислотными потоками, интенсивно проявленные процессы метасоматоза в Малотерсянском массиве не привели к формированию значимых концентраций урана. Эпигенетический привнос урана с самостоятельно проявленными питающими постагматическими глубинными флюидами вблизи Малотерсянского массива явно отсутствовал.

Радиогеохимические ореолы урана Орехово-Павлоградского разлома, связанные с катаклазированными, хлоритизированными и эпидотизированными мигматитами, имеют радиогенные включения молодого возраста (1050 млн лет) [5]. В сочетании с высоким коэффициентом миграции, составляющим 1,3, это позволило интерпретировать указанные ореолы как эпигенетические наложенные [5], что, на первый взгляд, свидетельствует о возможности скопления урана молодого возраста оруденения 1000 млн лет в гидротермально-измененных породах Орехово-Павлоградской минерагенической зоны. Однако, локальность указанных радиохимических ореолов и слабо дифференцированный характер геохимического поля заставляет усомниться в вероятности обнаружения значимых концентраций урана в районе их проявленности. Кроме того, урановые объекты такого возраста с промышленным оруденением на УЩ отсутствуют.

Таблица 2

Изотопный состав карбонатных пород Малотерсянского массива, в ‰ (по Загнитко В.Н., Луговой И.П.)

Местонахождение, массив	Породы	Геологическое положение	Минеральный состав	δ ¹³ C	δ ¹⁸ O	Источник вещества
Приднепровье Малотерсянский щелочной массив	Жильные образования	Жилы, дайки(?) мощностью до 4,7 м, зоны карбонатизации	Ка, Пи, ЩА, Фл, Ап, Би, Аб, Пх, Гр, Ту, Сф	От -10,6 до -3,7	От 15,2 до 22,3	Гетерогенный источник CO ₂ , возможна примесь глубинного материала

Примечание. Минералы: Пи – пироксен, Фл – флогопит, Гр – графит, Ка – кальцит, Ап – апатит, Би – биотит, Пх – пирохлор, ЩА – щелочной амфибол, Аб – альбит, Ту – турмалин, Сф – сфен

Особенности вербовского типа уранового оруденения (Малотерсянский щелочной массив). Со щелочными массивами, как правило, связано сопутствующее редкометалльной специализации сравнительно бедное торий-урановое оруденение. В этой связи интересным будет рассмотрение особенностей установленного в пределах Малотерсянского щелочного массива специфического, с проявлением исключительно урановой минерализации, Вербовского уранового рудопроявления гидротермального типа в битумах, выявленного Орехово-Павлоградским отрядом партии №17 КП „Кировгеология“.

Центральная часть Малотерсянского массива выполнена чередованием нефелиновых пород с участ-

ками щелочных сиенитов. По периферии массива они отделены от вмещающих кислых пород зоной бескварцевых щелочных сиенитов шириной от нескольких сот метров до 1 км (реакционная зона). Участок Вербовского уранового рудопроявления приурочен к разлому в реакционной зоне, выполненному серией внедрившихся диабазовых даек (рис.4).

Линейные зоны дробления и милонитизации, с которыми структурно связано урановое оруденение, субпараллельны дайкам диабазов. Зоны уранового оруденения по простиранию крайне прерывисты. Часто вероятность увязки отдельных рудных зон между собой сомнительная, но в целом они образуют полосу меридионального простирания, которая про-

слежена на отдельных участках на 200, 400-500 м. По всей видимости, подобные проявления уранового оруденения прослеживаются по всей длине разломных зон вдоль восточного и западного контактов Малотерсянского массива (рис.4), но буровыми скважинами они изучены не были.

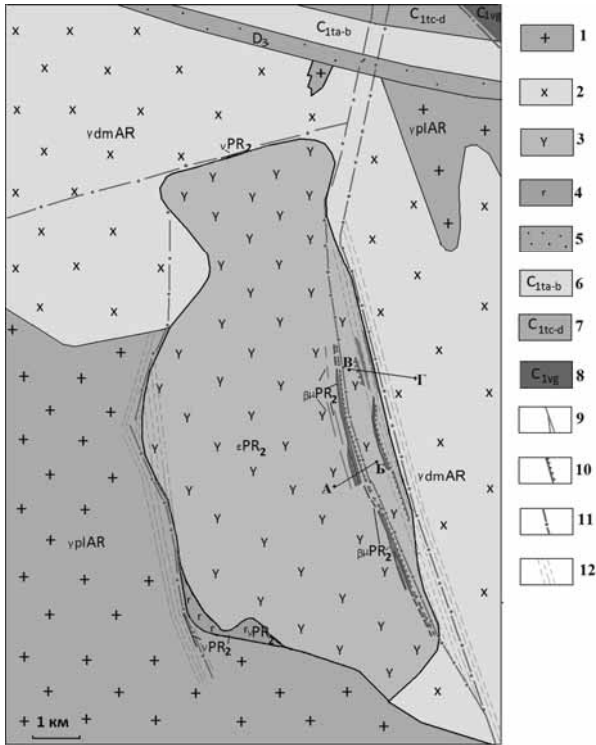


Рис. 4. Геолого-структурная схема Малотерсянского щелочного массива: 1 –плагиограниты (AR); 2 – мигматиты (AR); 3 – щелочные и нефелиновые сиениты нерасчлененные (PR₂); 4 – габбро (PR₂); 5 – девонские песчаники; 6 – 7 – нижнекарбонные отложения турнейского яруса; 8 – нижнекарбонные отложения визейского яруса; 9 – диабазы (PR₂); 10 – зоны уранового оруденения; 11 – осевые линии тектонических нарушений; 12 – активный тектонический контакт щелочного массива

Урановое оруденение связано с битумом. Уран в нем находится в сорбированном состоянии. Минеральные формы урана не установлены. Срастания битума с минералами, либо замещения им минералов в шлифах, не установлено. Битум обычно расположен между зернами других минералов. К сожалению, изотопных исследований битума не выполняли (работы 1959–1963 гг.), равно как и геохронологических исследований абсолютного возраста уранового оруденения. Об относительном времени образования битумного вещества можно судить по его соотношению с другими минералами, установленному петрографическими исследованиями. Прожилки битума проходят по трещинам в отдельных крупных индивидах микроклипертита, в свою очередь через него проходят прожилки хлоритового состава. В других случаях включения битума являются центрами нарастания лимонита. Таким

образом, битумное вещество могло образоваться после дробления зерен микроклина и до образования лимонита и вторичного хлорита. Существенным моментом является то, что выявленные зоны дробления с ураном отмечены только вблизи внедрившихся даек диабазов, при этом дайки являются стерильными в отношении зараженности ураноносными битумами. Геологические разрезы, построенные по результатам исследований прошлых лет, представлены на рис. 5, 6.

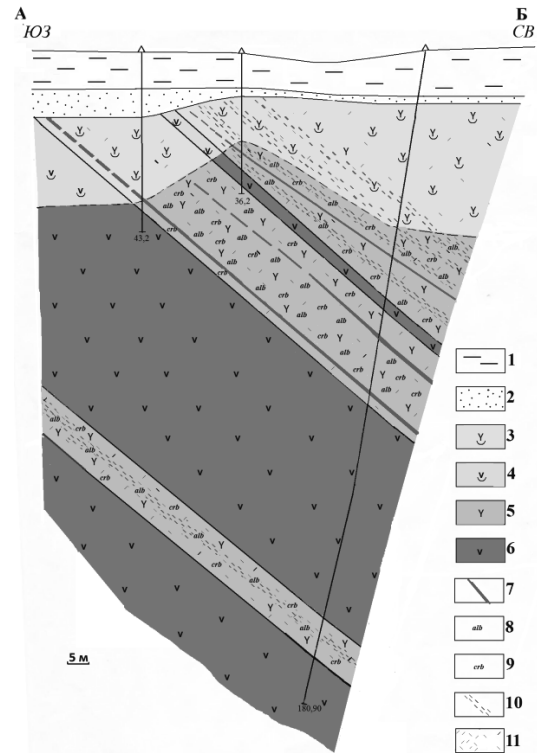


Рис. 5. Геологический разрез по линии А-В (Малотерсянский щелочной массив): 1 – суглинки; 2 – пески; кора выветривания по: 3 – сиенитам; 4 – диабазам; 5 – сиениты; 6 – диабазы; 7 – рудные зоны; наложенные эпимагматические процессы: 8 – альбитизация; 9 – карбонатизация; 10 – зоны милонитизации; 11 – зоны дробления и трещиноватости

Особое внимание привлекает факт обнаружения рудной зоны в одной из скважин, после пересечения нескольких тектонических зон в ксенолите щелочного сиенита (глубина 226,7–226,8 м), заключенном в сложно построенной дайке. В ксенолите помимо явлений катаклаза, линейных зон расщепления и милонитизации, содержащих битумное вещество, отмечена эпидотизация и пиритизация. Битумное вещество присутствует в виде прожилков мощностью до 0,5 см, разветвляющихся до волосовидных. Вмещающая оруденение порода не имеет ни малейших признаков выветривания. Это обстоятельство и исключительная приуроченность битумного вещества к зонам дробления и контактными зонам внедрившихся диабазовых даек подчеркивает наиболее вероятную одновременность их образования.

При внедрении диабазов могло произойти массовое отторжение активной углекислоты, которая спо-

способствовала формированию потенциальных сорбентов рудоотложения, битумов в непосредственной близости с контактными зонами, и она же оказывала весьма реакционноспособное метасоматическое воздействие на сиениты.

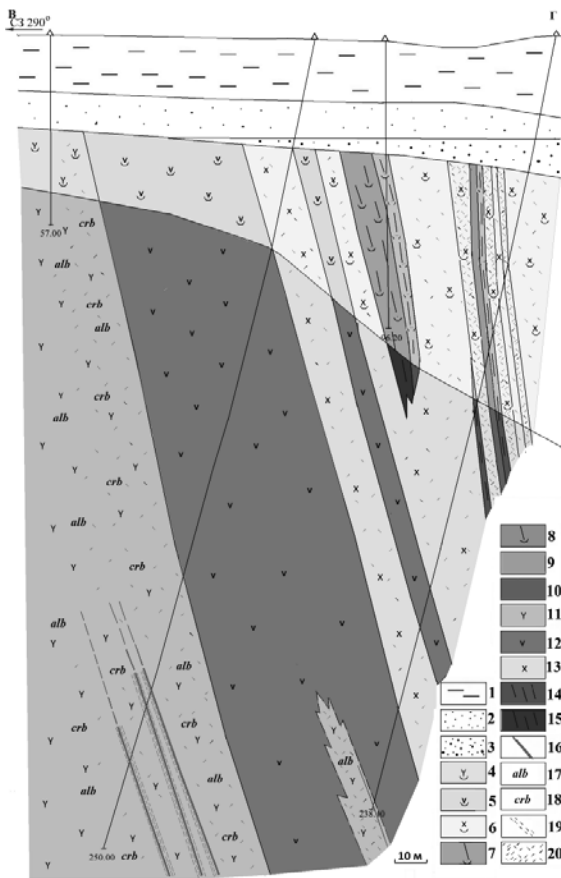


Рис. 6. Геологический разрез по линии А–В (Малотерсянский щелочной массив): 1 – суглинки и глины; 2 – пески; 3 – алевриты; кора выветривания по: 4 – щелочным сиенитам; 5 – диабазам; 6 – мигматитам; 7 – роговикам гидрогематит-мартитовым; 8 – сланцам хлорит-амфиболовым; 9 – руде гидрогематит-мартитовой; 10 – руда гидрогематит-мартитовая; 11 – щелочные сиениты; 12 – диабазы; 13 – мигматиты; 14 – сланцы хлорит-амфиболовые; 15 – роговики гидрогематит-мартитовые; 16 – рудные зоны; наложенные эпимагматические процессы: 17 – альбитизация; 18 – карбонатизация; 19 – зоны милонитизации; 20 – зоны дробления и трещиноватости

Этому способствовала приуроченность к зонам разломов, ослабленным участкам с тектонически проработанными сиенитами, что облегчало углекислотный промыв существенного объема пород с выносом и рудоотложением урана на битумном сорбенте.

Соединения урана, как известно, довольно легко образуют легкоподвижные комплексные ионы, особенно в присутствии CO_2 и образований ряда битум-антрацит. Привнос урана в рудную систему Вербовского рудопроявления с флюидами вряд ли был возможен, низким содержанием радиоактивных элементов характеризуются

внедрившиеся диабазовые дайки (по данным гамма-каротажа). Низкой фоновой концентрацией радиоактивных элементов, в сравнении с сиенитами, обладают и вмещающие Малотерсянский массив мигматиты Орехово-Павлоградской зоны (по данным гамма-каротажа). Вероятно, урановое оруденение вербовского типа обусловлено рядом факторов, в частности, воздействием растворов, отделяющихся от внедрившихся диабазовых даек. Первичные концентрации урана, вероятнее всего, изначально находились в исходных породах Малотерсянского массива. В период среднепротерозойской тектоно-магматической активизации и сопряженным с ней внедрением диабазовых даек, активные постмагматические растворы вблизи тел даек в процессе карбонатно-щелочного метасоматоза мобилизовывали акцессорный уран и перетлагали его с локализацией в битуме. Внедрение даек, вероятно, создавало зоны локального прогрева пород и активное участие в процессах рудообразования постмагматических растворов. Именно поэтому, с нашей точки зрения, урановое оруденение здесь так тесно связано с дайковым магматизмом. Из этого делаем вывод: процессы внедрения диабазовых дайковых образований неизбежно сопровождалась в зоне контакта высокой концентрацией подвижных летучих компонентов, прежде всего CO_2 и CH_4 , ассимиляцией ими вмещающих пород, созданием благоприятных термодинамических условий формирования вначале битума, потенциального сорбента урана, и затем концентрации в нем урана. Все эти процессы лишь локально усилили возможность рудогенерации и не могли привести к формированию значимого урановорудного объекта. Данные по содержанию основных акцессорных минералов и распределению тория и урана в породах и минералах Малотерсянского массива, имеющего глубинные источники полезных компонентов, указывают на его возможность служить потенциальным источником урановорудного вещества, однако отсутствие существенных урановорудных скоплений в его пределах свидетельствует об ограниченных возможностях миграции урана и его последующей концентрации.

Это обусловлено, в первую очередь, сложными формами нахождения и распределения урана, обусловленными химизмом и минеральным составом пород, а также отсутствием физико-химических и термодинамических условий рудообразования. Исследование трещинных вод скважин, вскрывших урановорудные скопления Вербовского рудопроявления (Малотерсянский массив), показало очень низкое (нижекларковое) содержание в водах урана, что свидетельствует об отсутствии выноса урана, а, следовательно, о его существенной инертности. В таких условиях большие изменения в содержании урана в породах, в связи с их выносом или вторичным накоплением, обычно не наблюдаются, формирование значимой рудоконцентрации урана не происходит. На низкую рудоконцентрацию урана в Вербовском рудопроявлении, на наш взгляд, оказала влияние и незначительная концентрация битумного вещества, формирование которого в зонах контакта сиенита с внедрившимися дайками, в условиях отсутствия осадочно-метаморфогенных образований в щелоч-

ном массиве и явного отсутствия инфильтрационной природы оруденения, является крайне ограниченным, в отличие от условий формирования битумов Адамовского, Берекского и Краснооскольского уранбитумных месторождений гидрогенного типа (Днепровско-Донецкая впадина) с осадочными породами рудовмещающей толщи, характеризующейся проникновением нефтеподобных углеводородов, с которыми генетически связаны ураноносные битумы данных объектов [5].

Положение урановорудных районов, по нашему мнению, предопределяется, в первую очередь, физическими и химическими неоднородностями мантии. Источником урана является мантия. Богатые урановые руды требуют для формирования наличия открытых полостей мантийного проникновения. Наличие таких полостей может быть обеспечено геодинамической обстановкой локального расширения, часто диагностируемой проявлениями дайковых комплексов ультраосновных щелочных пород мантийного генезиса (прежде всего, кимберлитов) [1, 2]. Еще один ограничительный элемент существования мантийного источника урана – сохранность свойств мантийных флюидов при их движении через толщи земной коры, препятствующей потере значительной части урановорудных компонентов при изменении окислительно-восстановительных условий на геохимических барьерах нижних и средних уровней земной коры. При движении мантийных флюидов сохранность свойств, определяющих их рудоносность, обусловлена минимальным участием в реакции с коровым веществом, что, с нашей точки зрения, достижимо лишь при условии колоссально высокой скорости их подъема, а значит существенной газонасыщенности.

В ходе разновременных тектоно-магматических активизаций одна и та же область мантии, аномально обогащенная определенными химическими элементами, может поставлять в верхние структурные этажи новые порции мантийного материала. Поэтому, первичная неоднородность химического состава определенной области мантии, вероятнее всего, находит отражение в специфике вышележащих уровней земной коры, в определенной их геохимической и металлогенической специализации. Данные по площадному распределению урана и коэффициентам его миграции в разновозрастных породах Орехово-Павлоградской минерагенической разломной зоны, имеющей мантийное проникновение, наличие лишь единичных рудопоявлений косвенно указывают на отсутствие условий для образования значимого уранового оруденения в ее пределах.

Выводы:

1. Металлогеническая специализация очаговых аномальных участков активизированной мантии Орехово-Павлоградской минерагенической зоны, диагностируемая, в частности, Малотерсянским щелочным массивом, с установленными глубинными источниками полезных компонентов, имеет Nb, Ta специализацию. Вследствие отсутствия питающих глубинных флюидов, обогащенных ураном, приуроченных к самостоятельному тектоническому импульсу и обособленных от формирования непосредственно щелочных массивов, урановая минерализация в пре-

делах Малотерсянского массива, обладающего повышенной фоновой ураноносностью и имеющего связь с активизированными очаговыми мантийными структурами, носит сопряженный характер по отношению к редкометальному оруденению и не образует промышленно значимых урановых концентраций.

2. В зоне глубинного Орехово-Павлоградского разлома мантийного проникновения не возникло сочетание обстановок, благоприятных для формирования рудообразования со значимыми концентрациями урана. Дальнейшее проведение поисковых работ в Орехово-Павлоградской минерагенической зоне, направленных на расширение минерально-сырьевой базы урана Украины, нецелесообразно.

Список литературы / References

1. 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. (2009), "Correlation of uranium mineralization and alkaline ultra-basic magmatism within the Lelkovskoye and Michurinskoye uranium-ore fields of the Kirovograd block of the Ukrainian shield", *Mineralni resursy Ukrainy*, no.4, pp. 18–21.
2. Калашник А.А. Геолого-структурные особенности пространственного размещения кимберлитопоявлений 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. and Moskalenko, G.M. (2010), "Geological and structural features of the kimberlite magmatism and uranium ore objects in Kirovograd block of the Ukrainian Shield", *Mineralni resursy Ukrainy*, no.2, pp. 8–18.
3. 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 Европы“. – 2005. – 785 с. – Библиогр.: С. 753–783.
Gurskiy, D.S., Yesipchuk, K.Ye. and Kalinin, V.I. (2005), *Metallicheskiye i nemetallicheskiye poleznye isko-paemye Ukrainy. Tom 1. Metallicheskiye poleznye isko-paemye* [Metallic and Nonmetallic Minerals of Ukraine. Vol.1. Metallic Minerals], Tsentr Yevropy, Kiev-Lvov, Ukraine.
4. Тяпкин К.Ф. Изучение разломных структур геолого-геофизическими методами / К.Ф. Тяпкин, Т.Т. Кивелюк. – М.: Недра, 1982. – 239 с.: табл., рис. – Библиогр.: С. 234–236.
Tyapkin, K.F. and Kivelyuk, T.T. (1982), *Izuchenie razlomnykh struktur geologo-geofizicheskimi metodami* [The Study of Fault Structures by Geological and Geophysical Methods], Nedra, Moscow, Russia.
5. 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. Коваля. – К.: Наукова думка. – 1995. – 376 с. – ISBN 5-12-003632-5.

Belevtsev, Ya.N., Koval, V.B. and Bakarzhiev, A.Kh. (1995), *Geneticheskiye tipy i zakonomernosti razmeshcheniya uranovykh mestorozhdeniy Ukrainy* [Genetic Types and Regularities of Uranium Deposits Location in Ukraine], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine, ISBN 5-12-003632-5.

6. Щербак Д.Н. Металлогенические эпохи докембрия Украинского щита / Д.Н. Щербак, А.В. Гринченко // Минер. журнал. – 1999. – №2. – С. 22–38. – Библиогр.: с. 38.

Shcherbak, D.N. and Grinchenko, A.V. (1999), “Metallogenic epoch of the Precambrian Structures of the Ukrainian shield”, *Mineral. Zhurnal*, no.2, pp. 22–38.

7. Волкова Т.П. Вопросы радиационной безопасности техногенных месторождений (на примере Мазуровского месторождения) / Т.П. Волкова, А.А. Омельченко, Р.В. Попов // Наук. праці Донецького нац. техн. університету. – Донецьк, 2004. – Сер. Гірнично-геологічна. – Вип. 81. – С. 78–83.: табл. – Библиогр.: с. 83.

Volkova, T.P., Omelchenko, A.A. and Popov, R.V. (2004), “Issues of radiation safety of anthropogenic deposits (on example of Mazurovskoye deposit)”, *Scientific works of Donetsk National Technical University, Series of Mining and Geology*, Issue 81, pp. 78–83.

Мета. Прогнозування можливості нарощування потенціалу мінерально-сировинної бази урану в межах Орехово-Павлоградської мінерагенічної зони.

Методика. Відповідно до постулатів Нової ротаційної гіпотези К.Ф. Тяпкіна виконано систематизацію лінементів Орехово-Павлоградського глибинного розлому, які проявляються як у фізичних полях, так і в геологічних особливостях, досліджено металогенічну спеціалізацію осередків аномальних ділянок активізованої мантії району досліджень із встановленими глибинними джерелами корисних компонентів (зокрема, Малотерсянського лужного масиву). За результатами багаторічних досліджень методом глибинного сейсмічного зондування охарактеризовано основні особливості глибинної будови земної кори і верхньої мантії в зоні Орехово-Павлоградського розлому. Проаналізовано дані площинного розподілу урану в різновікових породах Орехово-Павлоградської мінерагенічної розломної зони і особливості рідкісного вербовського типу уранового зрудення, що приурочений до Малотерсянського лужного масиву. Спираючись на ідею мантіяного флюїдно-магматичного лужного петрогенезису, як основного рудоутворюючого процесу формування ендеогенних уранових родовищ, розглянуто всі встановлені об'єкти ендеогенного уранового зрудення різних типів і віків у зоні Орехово-Павлоградського розлому мантіяного проникнення з позиції оцінки можливості їх формування за рахунок мантіяних джерел лужних розчинів і рудної речовини, вивчена специфіка еволюції уранового рудоутворення району досліджень.

Результати. Встановлено тісний просторовий зв'язок ендеогенних урановорудних об'єктів з Орехово-Павлоградським розломом, проте в його межах виявлено лише поодинокі рудовиявлення урану різних

генетичних типів. Прирозломні урановмісні польовошпатові метасоматити в Орехово-Павлоградській зоні, за результатами спеціалізованих на уран пошукових робіт, практично відсутні. Із чого виходить, що роботи з пошуку промислових урановорудних об'єктів альбітитої формації – основного типу промислового ендеогенного уранового рудоутворення Українського щита, у цьому регіоні явно недоцільні. Найімовірніше в зоні глибинного Орехово-Павлоградського розлому мантіяного проникнення не виникло поєднання сприятливих умов для формування рудоутворення з промислово значущими концентраціями урану.

Наукова новизна. Використано ідеї і традиції наукової тектонічної школи професора К.Ф. Тяпкіна стосовно пошуку радіоактивної сировини для формування раціонального прогнозно-пошукового комплексу, який ґрунтується на мантіяно-парагенетичному зв'язку формування родовищ урану різного генезису з глибинними розломами мантіяного проникнення.

Практична значущість. Викладені матеріали дали можливість негативно оцінити можливості розширення мінерально-сировинної бази урану в Орехово-Павлоградській мінерагенічній зоні, що сприяє підвищенню ефективності і цілеспрямованості ведення спеціалізованих на уран прогнозно-пошукових і пошукових робіт.

Ключові слова: мантіяні джерела урану, уранове зрудення, мантіяні флюїди

Purpose. To prognosticate possibility of expansion of uranium raw mineral-material base potential within the Orekhovo-Pavlograd mineragenic zone.

Methodology. In accordance with the postulates of the new rotary hypothesis by K.F. Tyapkin systematization of lineaments of the Orekhovo-Pavlograd deep fault was executed. These lineaments appear both in the physical fields and in geological features. Metallogenic specialization of anomalous areas of the activated mantle with determined deep sources of useful components (in particular, Malotersyansky alkaline massive) were defined. By results of long-term researches realized by means of the method of deep seismic sounding the basic features of deep structure of the earth crust and upper mantle in the zone of this fault were described. The analysis of the data of spatial distribution of uranium in the rocks of different ages in the Orekhovo-Pavlograd mineragenic fault zone and character of the uncommon Verbovsky type of uranium ore formation discovered in this area have been considered in the paper. Relying on the idea of the mantle fluidic-magmatic alkaline petrogenesis, as a basic ore formation process resulting endogenous uranium deposits, all set objects of endogenous uranium ore formation of different types and ages in the zone of the Orekhovo-Pavlograd fault of mantle penetration was considered from position of estimation of possibility of their formation due to the mantle sources of alkaline solutions and ore substance. The specificity of evolution of uranium-ore formation in considered district was studied.

Findings. Close spatial connection of endogenous uranium-ore objects with Orekhovo-Pavlograd fault was set. However, only single ore objects of uranium of different