

ПОЛОЖЕНИЕ УРАНОВОРУДНЫХ НАТРИЕВЫХ МЕТАСОМАТИТОВ НОВОКОНСТАНТИНОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗОН С НАРУШЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИЕЙ ПЛОТНОСТИ И МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОРОД ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА, УКРАИНСКИЙ ЩИТ

И.И. Михальченко

Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко НАН Украины, пр. Паладина, 34, Киев 03680, Украина, e-mail: alcoldan@i.ua

В результате исследования латерального распределения оценки коэффициента парной корреляции плотности и магнитной восприимчивости горных пород на поверхности кристаллического фундамента Новоконстантиновского рудного поля методом скользящего статистического “окна” установлено, что площадь поля характеризуется наличием значительных областей с нарушенной корреляцией этих физических свойств. Большинство известных тел натриевых метасоматитов расположено в зонах пониженных ($< 0,3$) и отрицательных значений оценки коэффициента парной корреляции плотности и магнитной восприимчивости пород кристаллического фундамента. Урановорудные натриевые метасоматиты месторождений рудного поля приурочены к зоне положительных пониженных значений ($0 \dots +0,2$) оценки исследованного параметра.

Ключевые слова: уран, натриевые метасоматиты, коэффициент корреляции, плотность, магнитная восприимчивость.

Постановка проблемы. В настоящее время минерально-сырьевая база урана Украины определяется, в основном, наличием месторождений рудной формации ураноносных натриевых метасоматитов [1]. Генезис рудных объектов этой рудной формации связан с образованием гидротермально-метасоматических пород геологической формации щелочных натриевых метасоматитов зон глубинных разломов [7]. На фоне относительно широкой распространённости пород данной геологической формации [1, 7] в кристаллическом фундаменте центральной части Украинского щита только на некоторых площадях выявлены месторождения и рудопроявления урана (Центрально-Украинский урановорудный район, Кировоградская рудная зона одноимённого глубинного разлома (Ингульский (Кировоградский) мегаблок) и Криворожско-Кременчугская рудная зона (зона Криворожско-Кременчугского глубинного разлома)) [1]. В пределах перечисленных площадей только отдельные тела щелочных натриевых метасоматитов являются рудными, в большей же части метасоматических тел урановорудные скопления не установлены. На стадии поисковых работ требует решения вопрос разбровки участков гидротермально-метасоматических изменений пород кристаллического фундамента на потенциально рудные и нерудные.

Связь работы с научными планами, темами. Исследование связано с выполнением диссертационной работы “Геохімія урановорудних полів

та родовищ Центральноукраїнського урановорудного району”, научных работ Института геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко НАН Украины: № III-01-13 “Хроностратиграфія та геодинаміка мегаблоків Українського щита”, государственный регистрационный номер 0112U006807, № III-01-11 “Генезис уранових родовищ центральної частини Українського щита”, государственный регистрационный номер 0111U001015.

Анализ последних исследований и публикаций. В 1975 г. В.И. Пахомов и соавт. [8] на примерах гидротермально-метасоматических месторождений урана предложили как дополнение к известным методам поисков петрофизический метод картирования окolorудных изменений вмещающих горных пород (метасоматитов). Было доказано, что между плотностью (σ) и магнитной восприимчивостью (χ) неизменённых горных пород существует положительная корреляционная зависимость. Было установлено, что, несмотря на существенные различия в составе пород, их генезисе и возрасте образования, коэффициент ранговой корреляции σ и χ довольно высокий – в среднем его величина составляет $(+0,4) - (+0,6)$, колеблясь в пределах $(+0,3) - (+0,8)$. Последующая дифференциация геологического вещества вследствие эпигенетических гидротермально-метасоматических преобразований исходных пород нарушает указанную зависимость вплоть до появления отрицательной связи между σ и χ . К зо-

нам нарушенной корреляции σ и χ горных пород предлагалось относить участки со значением оценки этого коэффициента $< 0,3$ [8].

В анализируемой работе на примере трёх разноранговых гидротермально-метасоматических урановорудных объектов, образовавшихся в разное время, в различных структурно-геологических и геолого-динамических обстановках, была показана эффективность применения данного метода картирования околорудных изменений. Одними из рассмотренных рудных объектов были Севериновская и Мичуринская группы месторождений урана (зона Кировоградской глубинного разлома). Было установлено, что в кристаллическом фундаменте зоны щелочного натриевого метасоматоза расположены, преимущественно, в краевых частях зон нарушенной корреляции σ и χ , а месторождения находятся в местах максимальных градиентов изменения оценки коэффициента корреляции от минимальных значений к максимальным. На приведённой схеме изолиний общее простирание зон пониженных значений оценки этого параметра ($< 0,3$) в основном совпадает с направлением основных тектонических нарушений Кировоградской зоны разломов [8, с. 96–97].

Неожиданными стали результаты определения позиций щелочных натриевых метасоматитов Партизанского рудного поля (центральная часть Новоукраинского гранитного массива, Центрально-Украинский урановорудный район) [6]. Урановорудные натриевые метасоматиты данного рудного поля приурочены к зоне пониженных оценок коэффициента корреляции σ и χ ($0-0,3$) пород поверхности кристаллического фундамента, которая вытянута в субширотном направлении. Однако это направление оказалось отличным от северо-восточного простирания основных тектонических швов Адабашского разлома, вдоль которого в своё время проводились поисковые работы по выявлению месторождений урана.

Следующим объектом для изучения позиций тел ураноносных щелочных натриевых метасоматитов относительно зон с нарушенной корреляцией σ и χ пород было выбрано Новоконстантиновское рудное поле (НКРП).

Объект исследования. Поверхность кристаллического фундамента Украинского щита в районе Новоконстантиновского урановорудного поля.

Предмет исследования. Распределение оценки коэффициента парной корреляции Пирсона (КПКП) σ и χ горных пород на поверхности кристаллического фундамента.

Цель исследования. Установление положения ураноносных щелочных натриевых метасоматитов Новоконстантиновского рудного поля относительно зон с нарушенной корреляцией σ и ξ пород кристаллического фундамента.

Методика исследования. Методика исследования и обоснование необходимости изучения “площадных физических свойств горных пород для картирования гидротермально-метасоматических изменений при поисковых работах на уран” [8] приведены в работах [6, 8, 9].

В качестве оценки меры тесноты статистической связи σ и χ горных пород В.И. Пахомовым и соавтором использовался непараметрический коэффициент корреляции Спирмена [8, 9]. В соответствующей абстрактной модели было принято, что изменение σ пород (факторный признак) обусловливает изменение χ (результативный признак). При этом отмечалось, что распределение значений σ горных пород аппроксимируется нормальным законом распределения [8].

В публикации [10, с. 130] обращается внимание на то, что одним из требований, определяющим возможность применения параметрических методов корреляционного анализа, является то, что распределение значений факторного признака должно подчиняться нормальному закону распределения. Распределение оценок плотности пород кристаллического фундамента в районе НКРП аппроксимируется нормальным законом распределения. Это положение наряду с тем, что большинство статистических “окон” имеет значительное количество парных определений КПКП σ и χ горных пород кристаллического фундамента ($\max - 393$), стало основанием для применения в качестве меры оценки тесноты связи σ и χ . Следует отметить, что при исследовании латерального распределения оценки тесноты связи σ и χ горных пород в зоне Адабашского разлома (центральная часть Новоукраинского массива) в качестве меры оценки связи нами использовался именно указанный коэффициент [6].

При выполнении данного исследования работы были проведены в следующей последовательности:

- сбор геологических и геофизических данных;
- создание геоинформационной модели геологического строения кристаллического фундамента НКРП на уровне эрозионного среза в среде программного комплекса MapInfo 7.5;
- создание электронной точечной карты с координатами X и Y пунктов парных определений σ и χ пород кристаллического фундамента с использованием программного комплекса MapInfo 7.5;
- создание геоинформационной модели скользящих статистических “окон” (форма окна — квадратная, размер 2×2 км) в среде программного комплекса MapInfo 7.5;
- вычисление оценок КПКП значений σ и χ пород кристаллического фундамента для выборки каждого статистического окна;

- геокодирование вычисленных оценок КПКП σ и χ пород кристаллического фундамента с присвоением им координат центров скользящих статистических “окон” в среде программного комплекса MapInfo 7.5;
- построение модели латерального распределения оценки КПКП σ и χ горных пород фундамента в пределах площади НКРП;
- установление позиций тел щелочных натриевых метасоматитов относительно зон с нарушенной корреляцией σ и χ пород кристаллического фундамента НКРП.

Геологическое строение. Новокозантиновское, Лесное и Докучаевское месторождения урана НКРП выявлены в 1975–1976 гг. в северной части Новоукраинского сложного полифазного гранитного массива, вблизи северного эндоконтакта последнего со сложным, полифазным, Корсунь-Новомиргородским плутоном [1]. Рудные объекты НКРП вместе с Ватутинским, Партизанским и Апрельско-Летним рудными полями входят в состав Центрально-Украинского урановорудного района (по [1, 5]).

Детальное описание геологического строения участка приведено в работах [1, 3, 4]. Здесь на уровне эрозионного среза кристаллического фундамента преобладают немагнитные трахитоидные граниты гранат-биотитовые новоукраинского комплекса PR_{1nu}^1 [11]. Значительно меньшую площадь занимают граниты гранат-гиперстен-биотитовые того же комплекса. В районе НКРП Новоукраинский массив пересекают многочисленные разломы, преимущественно, северо-западного, субмеридионального и северо-восточного простираний. К зоне пересечения крупных разломных зон приурочено большинство выявленных на настоящее время тел щелочных натриевых метасоматитов PR_{1mt}^2 (1750–1850 млн лет [2, 7]) и генетически с ними связанных разноранговых урановорудных объектов (рис. 1) [1, 4, 5]. Следует отметить, что структурные элементы НКРП “срезаются” магматическими образованиями Корсунь-Новомиргородского плутона PR_{1kn}^2 (1720–1750 млн лет [2]). Кристаллический фундамент рудного поля перекрыт рыхлыми отложениями кайнозойской эратемы.

Эпигенетические изменения исходных пород привели к сильным изменениям минерального и химического состава исходных пород новоукраинского комплекса PR_{1nu}^1 , что, в свою очередь, отразилось на физических свойствах новообразованных пород PR_{1mt}^2 . Увеличение степени гидротермально-метасоматического преобразования исходных гранитоидов привело к повышению χ апогранитных щелочных натриевых метасоматитов, при общем незначительном уменьшении σ , в результате чего корреляционная связь между σ и χ пород кристаллического фундамента стала нару-

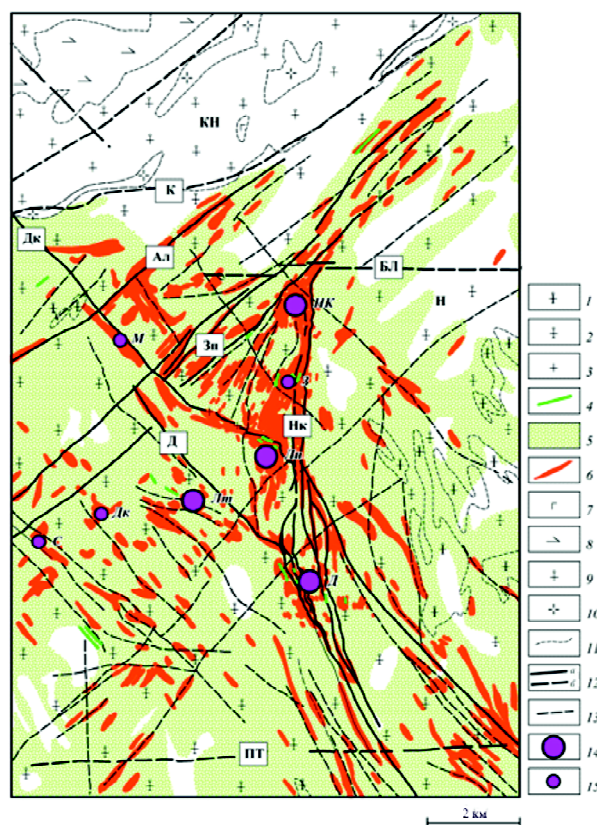


Рис. 1. Схематическая геологическая карта поверхности кристаллического фундамента Новокозантиновского рудного поля (по материалам КП “Кировгеология”): 1–3 – новоукраинский комплекс магматических пород PR_{1nu}^1 (1 – граниты гранат-гиперстен-биотитовые, 2 – граниты гранат-биотитовые, 3 – средне-мелкозернистые жильные граниты); 4 – дайки основных и ультраосновных пород северинского комплекса PR_{1sv}^2 ; 5, 6 – формация щелочных натриевых метасоматитов зон глубинных разломов PR_{1mt}^2 (5 – ореолы слабого изменения (“диафтореза”), 6 – микроклин-альбитовые метасоматиты и альбититы); 7–10 – корсунь-новомиргородский комплекс магматических пород PR_{1kn}^2 (7 – габбро, 8 – анортозиты, 9 – граниты, 10 – граниты пегматоидные); 11 – геологические границы; 12 – основные разломы: а – достоверные, б – предполагаемые (К – Контактный, Дк – Дайковый, Ал – Александровский, Зп – ветви зоны Западного разлома, Нк – разломы Новокозантиновской зоны, Д – Докучаевский, БЛ – Березовско-Лелековский, ПТ – Плетёно-Ташлыкский); 13 – второстепенные разломы; 14, 15 – объекты рудной формации ураноносных натриевых метасоматитов (14 – месторождения (НК – Новокозантиновское, Лн – Лесное, Д – Докучаевское, Лт – Летнее); 15 – рудопроявления (М – Мануйловское, З – Залесное, Дк – Декабрьское, С – Степное)); Н – Новоукраинский сложный гранитный массив; КН – Корсунь-Новомиргородский сложный гранитный плутон

шенной [6]. Величина χ апогранитных альбититов и микроклин-альбитовых пород определяется, в основном, объёмом образовавшегося магнетита.

Результаты исследования. На площади 187 км² было обработано 5595 парных значений определений σ и χ пород кристаллического фундамента, которые были вскрыты, в основном, поисково-картировочными скважинами (данные КП “Кировгеология”). В пределах площади скважины размещены неравномерно (рис. 2).

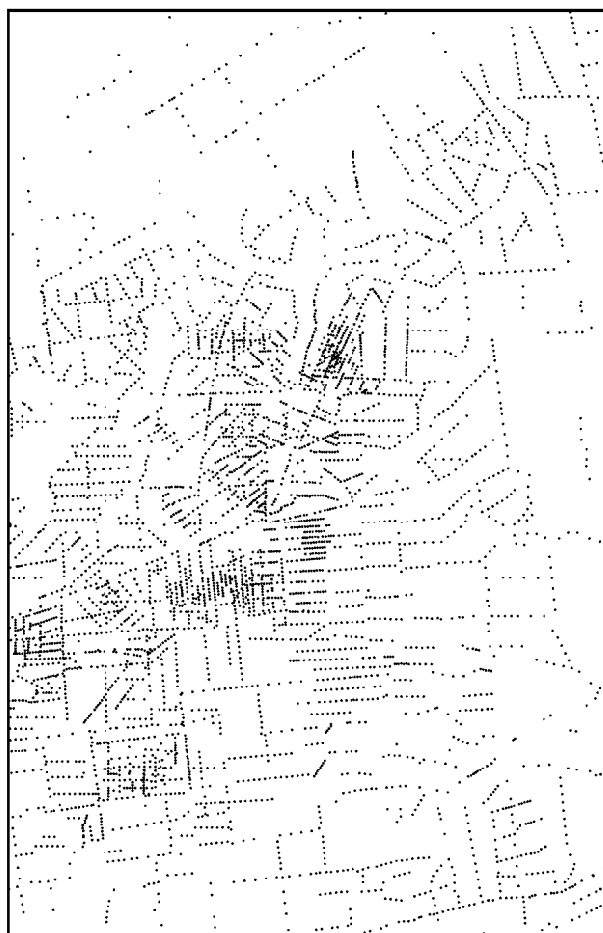


Рис. 2. Схема расположения скважин (чёрные точки) на площади Новоко́нстанти́новского рудного поля (по данным КП “Кировгеология”)

Площадь исследованного участка “разбита” на 160 статистических “окон” размером 2×2 км, которые размещены с перекрытиями на половину ширины “окна”. В пределах каждого из “окон” произведена оценка КПКП σ и χ пород кристаллического фундамента. Результаты вычисления оценок этого параметра в соответствующих статистических “окнах” показаны на рис. 3.

На схематической карте распределения КПКП σ и χ Новоко́нстанти́новского рудного поля (рис. 4) выделяются два участка. На большем из них, совпадающем с территорией Новоукраинского массива, выявлено две области с пониженными ($< 0,3$) и отрицательными значениями оценки КПКП. Участок кристаллического фундамента, находящийся на территории Корсунь-Новомиргородского плутона, идентифицируется по области значений оценок КПКП, характерных для неизменённых пород (см. рис. 1, 3, 4).

Большинство известных на поверхности кристаллического фундамента тел щелочных натриевых метасоматитов (апогранитные микроклин-альбитовые метасоматиты и альбититы) приурочено к двум областям с нарушенной корреляцией σ и χ .

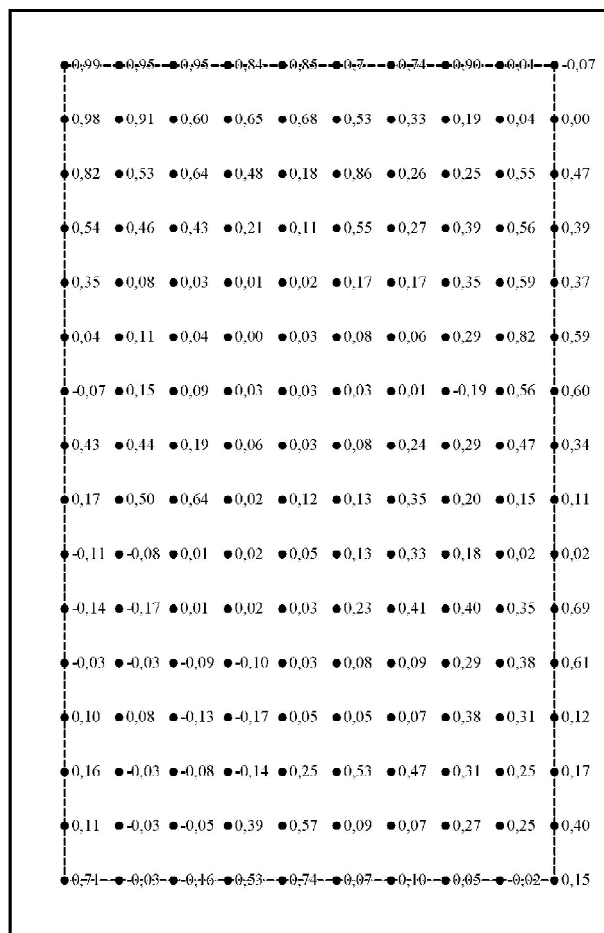


Рис. 3. Схема расположения центроидов (чёрные точки) статистических “окон” с оценками коэффициента парной корреляции Пирсона плотности и магнитной восприимчивости пород (подписи точек) на поверхности кристаллического фундамента в районе Новоко́нстанти́новского рудного поля. Штриховой линией обозначен контур схематической карты распределения исследуемого коэффициента (см. рис. 4). Объяснения в тексте

Неправильная форма большей области является отражением приуроченности зон гидротермально-метасоматических изменений исходных гранитоидов новоукраинского комплекса к зоне пересечения тектонических нарушений северо-западного, субмеридионального и северо-восточного простираний.

Все известные урановорудные объекты рудной формации ураноносных натриевых метасоматитов исследованной площади находятся в одной области с нарушенной корреляцией σ и χ пород кристаллического фундамента (см. рис. 1, 4).

Следует отметить, что Новоко́нстанти́новская зона разломов не является осевой для области нарушенной корреляции σ и χ пород фундамента, где выявлены урановорудные объекты рудного поля. Площадь этой области смещена на запад, в сторону лежачего бока зоны разломов.

Обсуждение результатов исследования. Проведёнными исследованиями подтверждена эффектив-

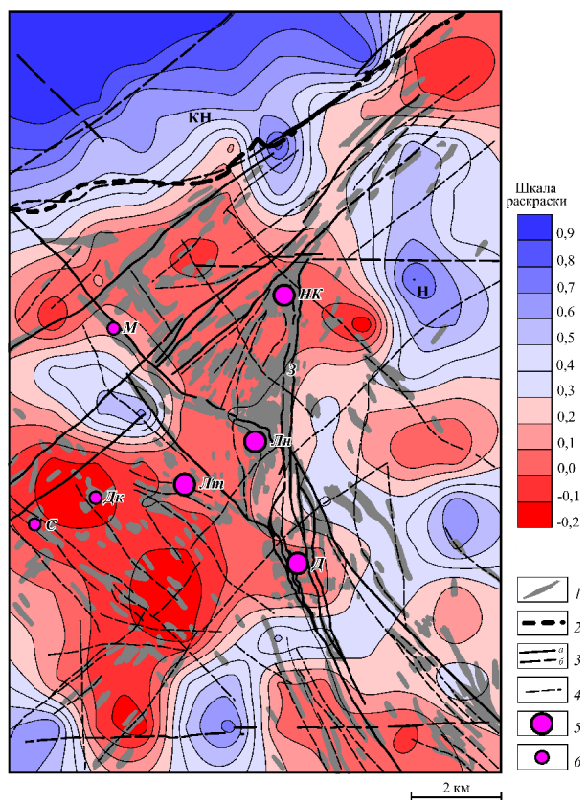


Рис. 4. Схематическая карта распределения коэффициента парной корреляции Пирсона плотности и магнитной восприимчивости пород на поверхности кристаллического фундамента в районе Новоконстантиновского рудного поля: 1 – микроклин-альбитовые метасоматиты и альбититы (формация щелочных натриевых метасоматитов зон глубинных разломов PR_1^{mt}); 2 – граница между Новоукраинским массивом (Н) и Корсунь-Новомиргородским плутоном (КН); 3 – главные разломы: а – достоверные, б – предполагаемые; 4 – второстепенные разломы; 5 – месторождения урана (НК – Новоконстантиновское, Лн – Лесное, Д – Докучаевское, Лт – Летнее); 6 – рудопроявления урана (М – Мануйловское, З – Залесное, Дк – Декабрьское, С – Степное)

ность использования петрофизического метода картирования метасоматитов для разбраковки поисковых площадей на потенциально рудные и безрудные. Урановорудные натриевые метасоматиты всех месторождений и одного рудопроявления НКПР находятся в зоне со значениями оценки КПКП σ и χ (0 ... +0,2) (см. рис. 4). Только Декабрьское рудопроявление расположено на участке отрицательных значений оценки КПКП σ и χ пород фундамента. На примерах Адабашского и Новоконстантиновского рудных полей подтверждено положение В.И. Пахомова и соавтора о приуроченности месторождений гидротермально-метасоматического генетического типа к зонам положительных пониженных значений (< 0,3) оценок коэффициента корреляции σ и χ горных пород [8].

Выводы.

1. Большинство тел щелочных натриевых метасоматитов (апогранитные микроклин-альбитовые метасоматиты и альбититы), которые из-

вестны в районе Новоконстантиновского рудного поля, находятся в областях с нарушенной (< 0,3) корреляцией плотности и магнитной восприимчивости пород кристаллического фундамента.

2. Урановорудные натриевые метасоматиты Новоконстантиновского рудного поля залегают в одной области с нарушенной взаимосвязью плотности и магнитной восприимчивости пород, при этом рудные тела известных здесь месторождений расположены в зоне положительных пониженных значений (0 ... +0,2) оценок коэффициента корреляции этих петрофизических свойств.

Направление дальнейших исследований. Изучение корреляционной зависимости плотности и магнитной восприимчивости пород поверхности кристаллического фундамента в районе Апрельско-Летнего рудного поля.

1. *Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины* / [Белевцев Я.Н., Коваль В.Б., Бакаржиев А.Х. и др.] – Киев: Наук. думка, 1995. – 396 с.
2. *Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой* / [Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М. и др.] – Киев: Наук. думка, 2008. – 240 с.
3. *Занкевич Б.О.* Структурна позиція тіл метасоматитів і дайок Новокосянтинівського рудного поля Новоукраїнського масиву УЩ / Б.О. Занкевич, І.І. Михальченко, Н.В. Шафранська // Наук. праці Дон. нац. техн. ун-ту. – 2011. – Вип. № 15 (192). – С. 153–161.
4. *Кировоградский рудный район. Глубинное строение. Тектонофизический анализ. Месторождения рудных полезных ископаемых* / Под ред. В.И. Старостенко, О.Б. Гинтова. – Киев: Прастый Луды, 2013. – 500 с.
5. *Металлические полезные ископаемые Украины* // Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1 / [Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И., Нечаев С.В., Третьяков Ю.И., Шумлянский В.А., Бакаржиев А.Х., Лебедь Н.И., Маквичук О.Ф.]. – Львов: Центр Европы, 2005. – 785 с.
6. *Михальченко И.И.* Структурная позиция тел ураноносных щелочных натриевых метасоматитов в зоне Адабашского разлома / И.И. Михальченко, Н.В. Шафранская // Мінерал. журн. – 2011. – Т. 33. – С. 79–87.
7. *Михальченко І.І.* Структурна позиція формації лужних натрієвих метасоматитів Новоукраїнського масиву: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: спец. 04.00.01 “Загальна та регіональна геологія”. – Киев, 2012. – 20 с.
8. *Пахомов В.И.* Использование результатов площадного изучения физических свойств горных пород для картирования зон гидротермально-метасоматических изменений при поисковых работах на уран / В.И. Пахомов, М.И. Пахомов // Материалы по геологии урановых месторождений. Информ. сб. – 1975. – Вып. 38. – С. 87–99.
9. *Пахомов В.И.* Общая теория обнаружения месторождений полезных ископаемых / В.И. Пахомов. – Москва, 2000. – 161 с.
10. *Сизова Т.М.* Статистика – СПб.: СПб ГУИТМО, 2005. – 189 с.
11. *Щербаков И.Б.* Петрология Украинского щита / И.Б. Щербаков. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 364 с.

**ПОЛОЖЕННЯ УРАНОВОРУДНИХ НАТРІЄВИХ МЕТАСОМАТИТІВ
НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ВІДНОСНО ЗОН
З ПОРУШЕНОЮ КОРЕЛЯЦІЄЮ ГУСТИНИ І МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ
ПОРІД ПОВЕРХНІ КРИСТАЛІЧНОГО ФУНДАМЕНТУ, УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ**

I.I. Михальченко

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, пр. Палладіна, 34, м. Київ
03680, Україна, e-mail: alcoldan@i.ua*

У результаті дослідження латерального розподілу оцінки коефіцієнта парної кореляції густини і магнітної сприйнятливості гірських порід на поверхні кристалічного фундаменту Новокостянтинівського рудного поля за методом ковзного статистичного “вікна” встановлено, що поле характеризується наявністю значних областей з порушеною кореляцією цих фізичних властивостей. Більшість відомих тіл лужних натрієвих метасоматитів поля тяжіють до зон знижених ($< 0,3$) і від’ємних значень оцінки коефіцієнта парної кореляції зазначених параметрів порід кристалічного фундаменту. Урановорудні натрієві метасоматити родовищ досліджуваного поля приурочені до зони додатних знижених значень ($0 \dots +0,2$) оцінки параметрів.

Ключові слова: уран, натрієві метасоматити, коефіцієнт кореляції, густина, магнітна сприйнятливість.

**POSITION OF URANOFEROUS SODIUM METASOMATITES
OF THE NOVOKNSTANTINOVKA ORE FIELD FOR AREAS WITH IMPAIRED CORRELATION
OF DENSITY AND MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF CRYSTALLINE BASEMENT ROCKS,
THE UKRAINIAN SHIELD**

I.I. Mihalchenko

*M. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, NAS of Ukraine, Palladin av., 34,
Kyiv 03680, Ukraine, e-mail: alcoldan@i.ua*

The aim of the investigation is to ascertain the position of the uraniferous sodium metasomatites of the Novokonstantinovka ore field relative to the areas of broken correlation density and magnetic susceptibility of the rocks of the crystalline foundation, the Central-Ukrainian uranium ore-bearing district, the Ukrainian Shield. The investigation is based on the data from previous geological observations, creation of geoinformation geological map and statistical “boxs”, geocoding spots of pair value of petrophysical properties, estimation of the pair correlation coefficient within statistical “boxs” limits, geocoding these values, and creation of an isoline map of the studied parameter distribution. The study reveals that the uraniferous sodium metasomatites of the ore deposit of the Novokonstantinovka ore field are situated in the areas of the positive low value ($0 \dots +0,2$) estimation of the pair correlation coefficient. An independent method has confirmed that the ore deposits of the Novokonstantinovka ore field are situated in the crossing zone of the north-western, north-eastern and submeridional extension faults. Included in petrophysics exploration the method of the metasomatic mapping permits to specify the areas of detailed research.

Keywords: uranium, sodium metasomatites, statistical relation, density, magnetic susceptibility, ore deposit, Novokonstantinovka ore field.

References:

1. Belevtsev Ya. N., Koval' V.B., Bakarzhiev A.Kh. i dr. *Geneticheskie tipy i zakonomernosti razmeshcheniya uranovykh mestorozhdeniy Ukrainy* [Genetic type and regularities to location uranium of deposit in Ukraine]. Kiev, *Naukova dumka*, 1995, 396 p.
2. Shcherbak N.P., Artemenko G.V., Lesnaya I.M., Ponomarenko A.N., Shumlyanskiy L.V. *Geokhronologiya rannego dokembriya Ukrainskogo Shchita. Proterozoy* [Geochronology of early Precambrian of the Ukrainian shield. Proterozoic]. Kiev, *Naukova dumka*, 2008, 240 p.
3. Zankevich B.O., Mihalchenko I.I., Shafranska N.V. *Strukturna pozitsiia til metasomatytiv i daiok Novokontantynivskoho rudnogo polia Novoukrainskoho masyvu USHCH* [Structural position of metasomatites bodies and dykes of the Novokonstantynivka ore field of the Novoukrainka massif, the Ukrainian Shield]. *Naukovi pratsi Donetskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu* [Scientific works of the Donetsk national technical university (Ukraine)]. 2011, no. 15 (192), pp. 153–161.
4. *Kirovogradskiy rudnyy rayon. Glubinnoe stroenie. Tektonofizicheskiy analiz. Mestorozhdeniya rudnykh poleznykh iskopaemykh* [The Kirovograd ore district. Deep structure. Tectonophysical analysis. Ore deposits]. Editors: V.I. Starostenko, O.B. Gintov. Kiev, *Prastyi Ludy*, 2013, 500 p.
5. Gurskiy D.S., Esipchuk K.E., Kalinin V.I., Nechaev S.V., Tretyakov Yu.I., Shumlyanskiy V.A., Bakarzhiev A.Kh., Lebed N.I., Makivchuk O.F. *Metallicheskie poleznye iskopaemye Ukrainy. Metallicheskie i nemetallicheskie poleznye iskopaemye Ukrainy. T. 1.* [The useful metallic minerals of Ukraine. The useful metallic and non-metal minerals of Ukraine. V. 1]. Lvov, *Tsentr Evropy*, 2005, 785 p.

6. Mihalchenko I.I., Shafranska N.V. *Strukturnaya pozitsiya tel uranonosnykh shchelochnykh natrievykh metasomatitov v zone Adabashskogo razloma* [Structural position of the bodies of uraniferous alkaline sodium metasomatites in the Adabash shear zone]. *Mineralogichnyi zhurnal* [Mineralogical magazine]. 2011, vol. 33, pp. 79-87.
7. Mihalchenko I.I. *Strukturna pozitsiya formatsiy luzhnykh natriyevykh metasomatitiv Novoukrayins'koho masyvu. Avtoref. dis. ... kand. geol. nauk* [Structural position of formation alkaline sodium metasomatites in the Novoukrainka massif. Published dissertation summary of candidate's degree of geological science]. Kyiv, 2012, 20 p.
8. Pakhomov V.I., Pakhomov M.I. *Ispol'zovanie rezul'tatov ploshchadnogo izucheniya fizicheskikh svoystv gornykh porod dlya kartirovaniya zon gidrotermal'no-metasomaticheskikh izmeneniy pri poiskovykh rabotakh na uran* [Usage the result areas research to physical property of the rocks for mapping zones hydrothermal-metasomatites alteration when prospecting for uranium] *Materialy po geologii uranovykh mestorozhdeniy. Informatsionnyy sbornik* [Materials of the geology uranium deposits. Informational collected articles (Moscow, USSR)]. 1975, no. 38, C. 87-99.
9. Pakhomov V.I. *Obshchaya teoriya obnaruzheniya mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* [The general theory of disclosure ore deposits]. Moscow, 2000, 161 p.
10. Sizova T.M. *Statistika* [Statistics]. St. Petersburg, *SPb GYUTMO*, 2005, 189 p.
11. Shcherbakov I.B. *Petrologiya Ukrainskogo shchita* [Petrology of the Ukrainian shield]. Lvov, *ZUKC*, 2005, 364 p.

Поступила в редакцию 08.07.2014 г.

Received 08/07/2014