

*Doe B. R., Zartman R. E.* Plumbotectonics I. The Phanerozoic // *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. New York. Wiley Interscience, 1979. Chap. 2. P. 22–70.

*Hahn O., Strassman F., Walling E.* Herstellung wägbarer Mengen des Strontiumisotops 87 als Umwandlungsprodukt des Rubidiums aus einem kanadischen Glimmer // *Naturwissenschaft*. 1937. V. 25. P. 189.

*Shepherd T. J., Darbyshire D. P. F.* Fluid inclusion Rb-Sr isochrons for dating mineral // *Nature*. 1981. Vol. 290. P. 578–579.

*Stacey J. S., Kramers I. D.* Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // *Earth and Planetary Science Letters*. 1975. Vol. 26. № 2. P. 207–221.

**С. Г. Ковалев**

*Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа*

*kovalev@ufaras.ru*

### **Рудогенерирующий потенциал мезопротерозойского магматизма и геодинамические обстановки его проявления (на примере западного склона Южного Урала)**

Как установлено проведенными исследованиями, практически все известные золото-сульфидные и золото-кварцевые месторождения и рудопоявления западного склона Южного Урала приурочены к терригенным породам, которые прорываются интрузивными телами основного состава. Генетические условия образования этих объектов на сегодняшний день изучены явно недостаточно. Одной из важных нерешенных проблем является вопрос об источнике рудного вещества и механизмах рудогенного минералообразования. В связи с этим изучен рудогенерирующий потенциал пикритового и пикродолеритового магматизма западного склона Южного Урала и прилегающей части Русской плиты как представителя мантийных образований, характеризующего не только геодинамический режим развития территории, но и определяющий металлогеническую специализацию структурно-вещественных комплексов региона.

Содержания благородных металлов в породах определялись методом ICP-MS в ЦИИ ВСЕГЕИ (аналитики В. А. Шишлов, В. Л. Кудрявцев; нижние пределы обнаружения элементов платиновой группы (ЭПГ) и Au – 0.002 г/т). Как показал анализ, содержания и распределение платиноидов и золота в пикритовых и пикродолеритовых комплексах западного склона Южного Урала обладают рядом специфических черт и позволяют, совместно с геохимическими данными по редкоземельным элементам [Ковалев, 2011], воссоздать условия генерации расплавов, сформировавших эти комплексы и охарактеризовать геодинамические обстановки магмогенерации.

Анализ нормализованных содержаний ЭПГ и Au в разновременных комплексах (рис. 1) позволяет сделать следующие выводы:

– породы всех комплексов обогащены золотом, палладием, платиной и родием по отношению к примитивной мантии, что свидетельствует о значительном рудогенерирующем потенциале этого типа магматизма ввиду того, что при плавлении субстрата эти элементы накапливаются в расплаве;

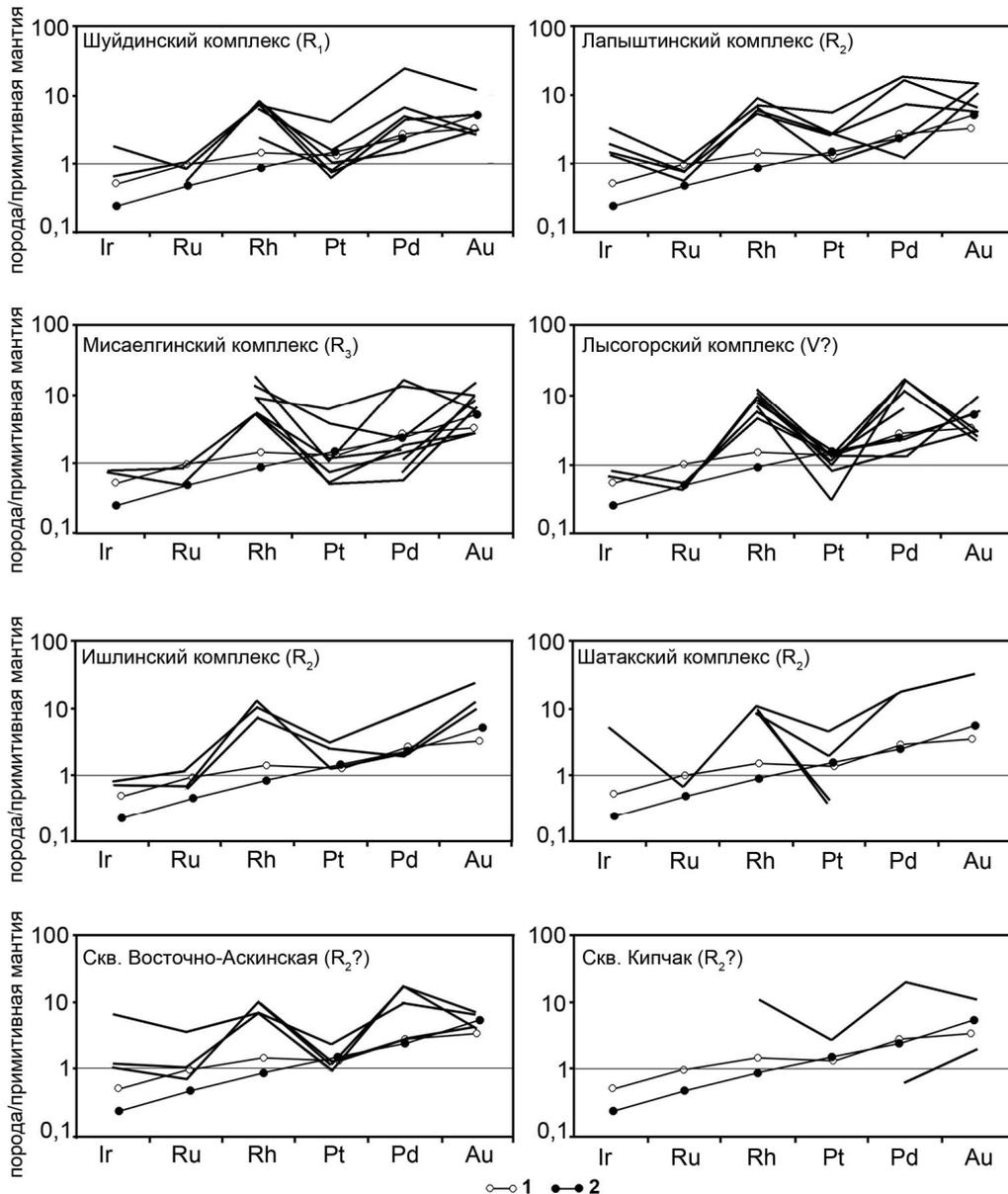


Рис. 1. Нормализованные содержания благородных металлов в разновозрастных пикритовых и пикродолеритовых комплексах западного склона Южного Урала и восточной части Русской плиты.

Средние составы коматиита (1) и пикрита (2) по [Barnes, Lightfoot, 2005]. Примитивная мантия по [McDonough, Sun, 1995].

– по сравнению со средними содержаниями благородных металлов в пикритах и коматиитах, южноуральские пикриты и пикродолериты обогащены палладием и родием при близких (либо незначительно повышенных) количествах золота, платины, рутения и иридия, что указывает на специфику южноуральской магматической провинции;

– наибольшей подвижностью в процессах внутрикоровой дифференциации обладают платина, палладий и золото, количества которых могут различаться на один порядок;

– принципиальные отличия конфигурации трендов, характеризующих породы разновременных комплексов, не установлены, что может служить доказательством близости условий магмогенерации на рифейско-вендском этапе развития региона. В то же время, различия в количествах иридия между шуйдинским, лапштинским и шатакским комплексами, с одной стороны, и мисаелгинским, лысогорским и ишлинским, с другой, подтверждают вариации условий мантийной магмогенерации, обоснованное ранее на базе геохимии РЗЭ и анализа Ti/Y, Sm/Yb и Lu/Hf отношений [Ковалев, 2011].

Участие магматических пород в процессе рудообразования и степень их влияния на терригенные породы рамы можно проиллюстрировать на примере Шатакского вулканоплутонического комплекса (рис. 2). Из сопоставления диаграмм нормализованных содержаний благородных металлов в магматических и терригенных породах видно, что тренды содержаний ЭПГ и Au в осадочных породах аналогичны трендам магматических пород, то есть их специализация сформировалась под воздействием флюидно-магматической системы.

Представление о том, что рифтогенез, нередко сопровождаемый образованием крупных магматических провинций (*LIPs – large igneous provinces*), связан с суперплюмами, широко распространено в настоящее время и подтверждается многочисленными фактами и наблюдениями [Пучков, 2009]. Согласно современным геодинамическим построениям, западный склон Южного Урала в мезопротерозое являлся частью континента Волго-Уралии и Балтики и развивался совместно с современной восточной частью Русской плиты. Плюмовые процессы в раннерифейское время на этой территории повлияли на формирование перикратонного прогиба с компенсированным осадконакоплением и внедрение в зоны конседиментационных разломов мелких рассредоточенных базитовых и базит-гипербазитовых интрузий (пикриты, пикродолеритовые комплексы, дайки и силлы меланократовых габбро-долеритов).

Собственно рифтогенный этап знаменуется переходом от рассредоточенного типа растяжения литосферы к линейно сконцентрированному, что в пределах западного склона Южного Урала и прилегающей части Русской плиты выразилось в формировании серии грабенообразных структур с максимальным развитием интрузивно-магматизма и вулканизма при большом разнообразии продуктов его деятельности: интрузии, эффузивные и пирокластические фации [Ковалев, 2008]. Процессы дифференциации в промежуточных очагах и, возможно, контаминация в их верхних частях приводят к образованию магм, различающихся как по основности (пикриты, долериты, базальты, риолиты), так и по геохимическим характеристикам (обогаченность Au, Pt и Pd по сравнению с мантийным субстратом и др.). При этом формирующиеся осадки и осадочные породы верхних горизонтов коры пронизываются потоками глубинных флюидов, что приводит к формированию геохимических аномалий рудогенных (ЭПГ и Au, в частности) элементов. Масштабность рудообразующих процессов определялась эволюцией флюидно-гидротермальных систем, которые сформировались

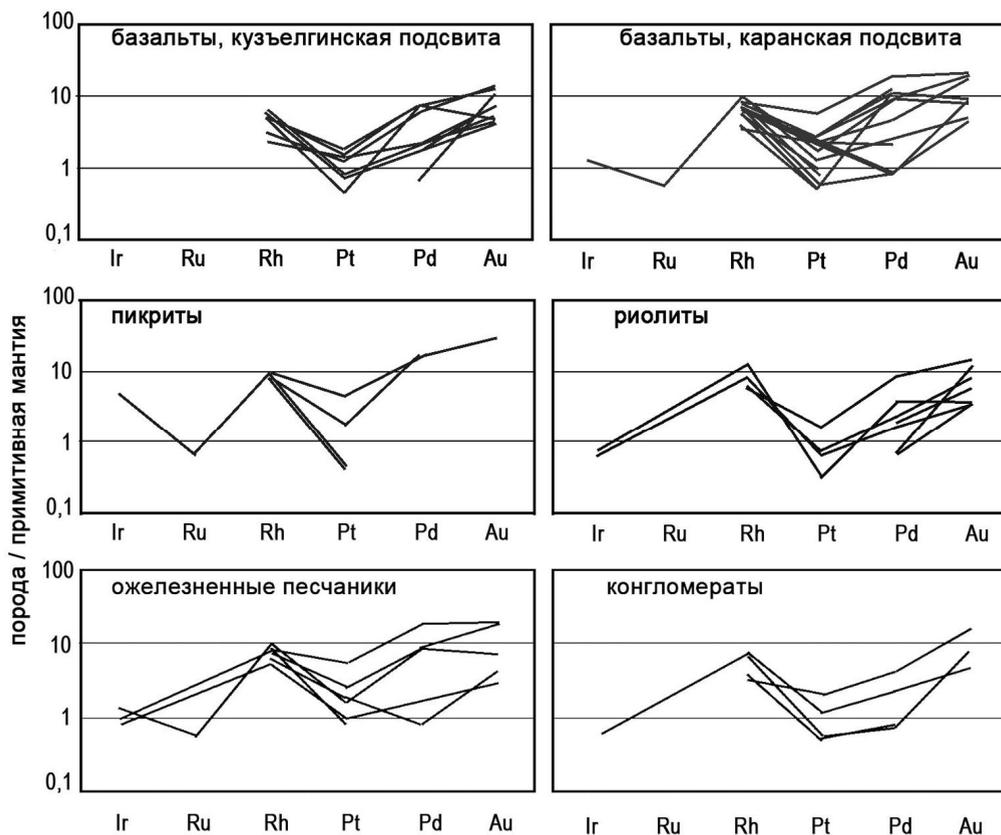


Рис. 2. Нормализованные содержания благородных металлов в магматических и терригенных породах Шатакского комплекса.

при смене рифтогенного этапа развития региона процессами водного корового палингенеза и регионального метаморфизма, реализующимися в режиме сжатия в поздневендское время [Пучков, 2000], что привело к образованию рудных объектов или рудных зон, оруденение которых имеет унаследованный характер и специфические черты, присущие как мантийным, так и коровым образованиям.

Подводя итог, следует констатировать, что благороднометалльная геохимическая специализация интрузивных базитовых и базит-гипербазитовых комплексов западного склона Южного Урала и прилегающих частей Русской плиты и ее вариации при дифференциации первичных расплавов в промежуточных камерах свидетельствуют о значительном рудогенерирующем потенциале этого типа магматизма. Неоднократно проявленные этапы рифтогенного развития региона в рифей-вендское время, обусловленные плюмовыми процессами привели к формированию магматической провинции, охватывающей западный склон Южного Урала и прилегающий край Восточно-Европейской платформы. Обширная магматическая система оказала определяющее влияние на формирование металлогенической специализации территории, что выразилось в наличии многочисленных аномальных содержаний благородных

металлов, обнаруженных различными исследователями в структурно-вещественных комплексах региона.

## Литература

*Ковалев С. Г.* Позднедокембрийский рифтогенез в истории развития западного склона Южного Урала // Геотектоника. 2008. № 2. С. 68–79.

*Ковалев С. Г.* Новые данные по геохимии диабаз-пикритового магматизма западного склона Южного Урала и условия его формирования // Литосфера. 2011. № 2. С. 68–83.

*Пучков В. Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.

*Пучков В. Н.* «Великая дискуссия» о плюмах: так кто же все-таки прав? // Геотектоника. 2009. № 1. С. 3–22.

*Barnes S.-J., Lightfoot P. C.* Formation of magmatic nickel-sulfide ore deposits and affecting their copper and platinum-group element contents // Economic Geology 100<sup>th</sup> Anniversary Volume. 2005. P. 179–213.

*McDonough W. F., Sun S.-S.* Composition of the Earth // Chemical Geology. 1995. Vol. 120. P. 223–253.