

нию к вихревым структурам глубинного происхождения. Так, если возрастание содержания мышьяка снизу вверх по разрезу происходило в канале с левой стороны блока II-а, то золото увеличивало свои концентрации в потоке сверху вниз в канале на противоположном, правом ограничителе блока, повторяя цикл многократно. Если бы описываемые циркуляции потоков имели поступательную составляющую перпендикулярно плоскости чертежа, то это свидетельствовало бы о наличии вихревой структуры, имеющей жгут, протяженность которого могла варьировать и быть соизмеримой с горизонтальной протяженностью рудной зоны с севера на юг. Очевидно, что с изменением направления циркуляции, изменялось бы и направление потока в жгуте, течения в котором гораздо интенсивнее, чем вне его, так как внутри жгута понижены давление и температура. Это способствовало бы повышению концентрации гидротермальных растворов, их «всасыванию» в жгут. Такое вихревое вовлечение гидротермальных растворов с многократным изменением направления вихрей и соответственно потоков в вихревых жгутах могло происходить вдоль рудных зон на каждом этапе минералообразования, что и обеспечило накопление золота в минерализованных зонах смятия, дробления, находящихся в области действия этих вихрей, до промышленных концентраций. Этапы минералообразования, связанные с накоплением золота, включают в себя стадии золото-сульфидную и кварц-антимонитовую (с самородным мышьяком), минеральные ассоциации пирит-арсенопиритовую (условия рудообразования: 15–20 % NaCl, T = 320–280 °C, P = 640–170 атм), касситерит-пирит-арсенопирит-кварцевую (20 % NaCl, T = 335–200 °C, P = 200–180 атм) и кварц-антимонитовую с золотом (15–20 % NaCl, T = 280 °C, P = 170 атм) [1, 3].

Таким образом, фазово-структурный подход к геохимической информации, главным инструментом которого служат фазовые траектории в пространстве двух переменных, является наиболее адекватным сложности проблем, связанных с рудообразованием. Важный вывод из проведенного исследования состоит в том, что *геохимические критерии* оруденения имеют *неизбежно динамический характер и двойственную природу*. С одной стороны, критерием в пространстве содержания химических элементов служит *конвергентно-узловой тип фазовых структур*, а с другой, в геометрическом пространстве — наличие комплекса *циркуляционно-вихревых* геохимических потоков, функционирование которых обеспечивало накопление полезного компонента, золота, в промышленных масштабах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, А.В. Месторождение Майское / Многофакторные прогнозно-поисковые модели месторождений золота и серебра Северо-Востока России / А.В. Волков / Под ред. М.М. Константинова, И.С. Розенблюма, М.З. Зиннатуллина. — М.: Недра, 1992. — С. 79–84.
2. Жуковский, Н.Е. Теоретические основы воздушноплавления / Н.Е. Жуковский. — М.: Гостехиздат, 1925. — 308 с.
3. Константинов, М.М. Золоторудные гиганты России и мира / М.М. Константинов, Е.М. Некрасов, А.А. Сидоров, С.Ф. Стружков. — М.: Научный мир, 2000. — С. 28–36, 181.

4. Мезенцева, А.Е. Вращательная динамика золотосульфидного месторождения: фазово-структурный подход к петрофизике / А.Е. Мезенцева // Разведка и охрана недр. — 2016. — № 2. — С. 36–43.
5. Мезенцева, А.Е. Метод фазовых траекторий для прогноза золоторудных месторождений / Самоорганизация минеральных систем. Синергетические принципы геологических исследований / А.Е. Мезенцева / Под ред. П.М. Горяинова, Г.М. Иванюка. — М.: Геос, 2001. — С. 146–158.
6. Мезенцева, А.Е. Фазово-структурный метод исследования числовых моделей рудных объектов с целью локального прогнозирования / А.Е. Мезенцева // Разведка и охрана недр. — 2015. — № 1. — С. 7–14.

© Мезенцева А.Е., 2017

Мезенцева Антонина Евгеньевна // amezentseva@yandex.ru

УДК 553.041

**Корсаков А.К., Брюховецкий О.С., Межеловский А.Д.
(МГРИ-РГГРУ)**

СВЯЗЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СО СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ

*Рудоносность зеленокаменных поясов определяется составом, распространенностью и сохранностью рудовмещающих метаморфических структурно-формационных комплексов, а продуктивность последних — объемом и составом входящих в них рудоносных формаций. Месторождения полезных ископаемых занимают вполне определенное место в истории развития поясов и связаны с конкретными структурно-формационными комплексами. Качественный состав и интенсивность минерализации контролируются объемом и составом излившихся и внедрившихся магм, интенсивностью разрывной тектоники, скоростью погружения, глубиной морского бассейна и т.д. **Ключевые слова:** месторождения полезных ископаемых, ранний докембрий, зеленокаменные пояса, структурно-формационные комплексы.*

Korsakov A.K., Bryukhovetskiy O.S., Mezhelovskiy A.D.
(MGRI-RGGRU)

THE RELATIONSHIP OF MINERAL DEPOSITS WITH THE STRUCTURAL-FORMATIONAL COMPLEXES OF GREENSTONE BELTS

*Ore-bearing Greenstone belts are determined by the composition, abundance and preservation of ore-bearing metamorphic structural-formational complexes, and the productivity of the latter — the volume and composition of their constituent ore-bearing formations. Mineral deposits occupy a definite place in the history of the development of the belts and are associated with specific structural-formational complexes. The qualitative composition and intensity of mineralization are controlled by the volume and composition of effusive and intruded magmas, the intensity of the fault tectonics, speed of dive, depth of the sea basin and etc. **Keywords:** deposits of minerals, the Early-Pre-Cambrian, greenstone belts, structural-formational complexes.*

Непрерывно усложняющиеся условия выявления новых источников минерального сырья требуют постоянного совершенствования научных и методологических основ проведения прогнозно-металлогенических и поисково-оценочных работ. Важнейшие рудоносные структуры и месторождения приурочены к осадочно-вулканогенным структурам раннего докембрия — зеленокаменным поясам [3, 7, 8]. Последние распространены на всех континентах. В них отражаются особенности магматизма, осадконакопления, тектоники, геодинамики и металлогении, характерные для формирования и развития континентальной коры на ранних этапах геологической истории [2, 4, 5]. В пределах Российской Федерации зеленокаменные комплексы широко распространены на Балтийском и Алданском щитах, в фундаменте Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Они обладают огромными, еще не использованными ресурсами полезных ископаемых и заслуживают более детальных металлогенических исследований. В этой связи большое значение приобретает методика их изучения и прогнозной оценки [1, 9]. Целью настоящей статьи является установление связей месторождений полезных ископаемых с определенными структурно-формационными комплексами, формирующимися на разных стадиях образования зеленокаменных поясов определенных генетических типов.

Зеленокаменные пояса различаются по режимам развития, палеотектонической позиции, типу субстрата в основании структур, что отражается в их строении, формационном выполнении, металлогенической специализации и дало основание выделить три их генетических типа: плюмтектонический, переходный и плейттектонический [2, 6].

В зеленокаменных поясах плюмтектонического типа, формировавшихся на протокооре базитового состава, выделяются структурно-формационные комплексы протоокеанической и протоконтинентальной стадий развития. С первым, протоокеаническим структурно-формационным комплексом, представленным ультраосновными-основными, в значительно меньшей мере кислыми вулканитами и небольшим количеством метаосадочных пород, ассоциируют месторождения железистых кварцитов, барита и золота. Второй, протоконтинентальный структурно-формационный комплекс, составляют гранито-гнейсовые купола и интрузии гранитоидов тоналит-трондьемитового ряда, которые не несут существенной (промышленной) рудной минерализации. Продуктивность зеленокаменных поясов плюмтектонического типа обусловлена масштабами распространения протоокеанического структурно-формационного комплекса, к которому и приурочены главные промышленные типы месторождений. Определяющим фактором рудоносности этого структурно-формационного комплекса является объем входящих в него рудоносных формаций: осадочной эвапоритовой (карбонатно-кремнистой) для месторождений барита, коматиит-толеитовой для месторождений золота, железисто-кремнисто-базитовой для железистых кварцитов.

В строении зеленокаменных поясов пермобильного типа, развивавшихся на границах протоконтинентальных плит, принимают участие рудовмещающие структурно-формационные комплексы островных дуг, задуговых бассейнов и аккреционных зон [2, 6]. Структурно-формационный комплекс островных дуг, представленный главным образом вулканогенными толщами, включает рудоносные риолит-базальтовую и базальт-андезит-дацит-риолитовую формации, с которыми связаны медноколчеданные и медно-цинковые колчеданные месторождения, а также формацию малых порфирировых гранитоидных интрузий, контролирующих проявления медно-молибденовых порфирировых руд.

Заостроводужный структурно-формационный комплекс (задуговых бассейнов) сложен преимущественно коматиит-толеитовой вулканогенной формацией, с которой связаны сульфидные медно-никелевые и золоторудные месторождения. Кроме коматиитов и толеитовых базальтов в состав комплекса входят также метаосадочные породы и железистые кварциты. Метаосадочные формации вмещают месторождения марганца (карбонатно-сланцевая), сингенетическое и эпигенетическое золотое оруденение (черносланцевая, флишевая и железисто-кремнисто-сланцевая формации). С высокоглиноземистыми метаосадками могут быть связаны месторождения кианита.

Аккреционный структурно-формационный комплекс включает формации редкометалльных пегматитов, с которыми связаны месторождения редких металлов (Li, Cs, Ta, Nb, Be, Sn, W) и пегматитов скрещивания с месторождениями изумрудов. Месторождения золота, образовавшиеся на аккреционной стадии, одинаково широко распространены в структурно-формационных комплексах островных дуг и задуговых бассейнов, нередко выходя за пределы зеленокаменных поясов. Их размещение контролируется в основном разрывной тектоникой. Распространенность золоторудных месторождений, как и медно-никелевых, определяется в первую очередь объемом перидотитовых коматиитов, которые рассматриваются в качестве потенциального источника золота, и достаточно глубоководными условиями рудоотложения, что обусловлено интенсивностью и скоростью растяжения в задуговых областях [1, 4, 9, 10]. Продуктивность поясов на колчеданный тип оруденения, связанный с островодужным структурно-формационным комплексом, зависит от продолжительности функционирования зон субдукции и глубинности океанического бассейна.

В плейттектонических зеленокаменных поясах, развивавшихся в условиях существования достаточно мощной континентальной коры, рудовмещающими являются структурно-формационные комплексы континентальных рифтов, островных дуг и активных континентальных окраин, задуговых бассейнов, аккреционных и коллизионных зон.

Континентально-рифтовый структурно-формационный комплекс поясов бассейнового подтипа включает важнейшие метаосадочные рудоносные форма-

ции: железисто-кремнисто-сланцевую с уникальными по запасам месторождениями железистых кварцитов; черносланцевую, вмещающую месторождения шунгита, благороднометалльно-уран-ванадиевых редкометалльных и золото-платинометалльных руд, стратиформную полиметаллическую минерализацию; терригенно-карбонатную и медистых песчаников, с которыми ассоциирует стратиформное медное оруденение.

В составе континентально-рифтового комплекса структур полного цикла развития определяющее значение имеют базит-ультрабазитовые формации расслоенных интрузий, с которыми связаны крупные магматогенные месторождения сульфидных медно-никелевых руд мончегорского типа, ванадиеносные титаномагнетитовые и хромитовые месторождения, платинометалльная минерализация.

Структурно-формационные комплексы островных дуг и активных континентальных окраин в плейттектонических зеленокаменных поясах наиболее близки к комплексам современных островодужных систем. В их составе преобладают вулканиды известково-щелочной и толеитовой серий. Осадочные породы распространены ограниченно. С субмаринными вулканидами контрастной риолит-базальтовой и непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой формаций связано семейство колчеданных месторождений (медных, медно-цинковых, свинцово-цинковых), а с формацией малых гранитоидных интрузий (фельзитов, кварцевых монзонит- и гранодиорит-порфиоров) — медно-порфировые и медно-молибденовые порфировые месторождения.

Структурно-формационный комплекс задуговых бассейнов наряду с вулканидами, развитыми преимущественно в основании разрезов, характеризуется мощными толщами осадочных пород. К межпластовым габбро-верлитовым телам габбро-пироксенит-перидотитовой формации, локализованным в пределах комплекса, приурочены сульфидные медно-никелевые руды печенгского типа, а среди морских осадочных формаций размещаются железорудные, марганцевые, вольфрамовые и золоторудные стратиформные месторождения [7, 9, 10].

С рудоносными формациями аккреционного структурно-формационного комплекса (редкометалльных пегматитов и молассовой) в окраинных зеленокаменных поясах связаны соответственно редкометалльные и палеороссыпные золоторудные месторождения.

Коллизионный структурно-формационный комплекс представлен син- и постколлизионными известково-щелочными и субщелочными гранитоидами, с которыми ассоциирует гидротермальное редкометалльное оруденение. Рудная минерализация коллизионной стадии (как и аккреционной стадии в пермобильных поясах) обычно накладывается на ранее сформированные структурно-формационные комплексы.

Определяющими факторами рудоносности структурно-формационных комплексов соответственно являются объем, состав, особенности проявления и раз-

мещения рудоносных осадочных, вулканогенных и интрузивных формаций. Современное положение и сохранность структурно-формационных комплексов зависят от интенсивности и характера деформаций на заключительных стадиях развития поясов, а также от уровня эрозионного среза территории. Горизонтальные перемещения аккреционной и коллизионной стадий приводят к формированию сложно построенных покровно-складчатых ансамблей и совмещению в пространстве с взаимным перекрытием различных структурно-формационных зон и связанного с ними оруденения.

Рудоносность геологических формаций определяется их составом, петрогеохимическими особенностями, условиями формирования и благоприятными рудо-локализирующими факторами.

Для закономерностей размещения и прогнозирования месторождений, контролируемых осадочными формациями, решающее значение имеют стратиграфические, литологические и палеогеографические факторы. Залежи барита ассоциируют с эвапоритовыми карбонатно-кремнистыми формациями аридных лагунных комплексов. Осадочные месторождения марганца и вольфрама приурочены к верхним, слабо метаморфизованным осадочным и вулканогенно-осадочным толщам зеленокаменных поясов. Марганцевые руды залегают в виде слоев, линз и гнезд вдоль определенных стратиграфических горизонтов среди филлитов и карбонатных пород (например, в надгруппе Дхарвал в Индии). Стратиформные проявления вольфрама формировались в седиментационных бассейнах окраинно-континентального типа. Месторождения шунгита возникали в замкнутых или полужамкнутых рифтогенных бассейнах с конседиментационными депрессиями, в которых накапливались высокоуглеродистые туфогенно-кремнистые и туфогенно-карбонатные отложения. Наиболее перспективны крупные депрессии, в разрезах которых могут располагаться несколько шунгитовых тел со значительной суммарной мощностью. Для локализации стратиформных месторождений золота наиболее благоприятны песчано-сланцевые толщи черносланцевой формации и железистые кварциты. Вместе с тем промышленные концентрации благороднометалльного оруденения в осадочных формациях определяются более поздними, наложенными, процессами и в первую очередь — тектоническими. Так, размещение месторождений комплексных благороднометалльно-уран-ванадиевых руд в черносланцевых толщах контролируется зонами складчато-разрывных дислокаций с широко проявленными эпигенетическими процессами заключительной коллизионной стадии развития зеленокаменных структур бассейнового подтипа.

Раннепротерозойские хемогенно-осадочные месторождения железистых кварцитов залегают в слабо метаморфизованных морских осадочных комплексах, являясь кремнисто-железистыми фациями осадочных формаций. Рудоносная железисто-кремнисто-сланцевая формация сложена различными сланцами, филли-

тами, конгломератами, рудными и безрудными кварцитами. Железистые кварциты обычно образуют несколько мощных и богатых железом горизонтов, накопившихся на том или ином удалении от береговой линии в достаточно глубоководных условиях. Образование руд, вероятно, было связано в основном с химической денудацией областей распространения архейских зеленокаменных поясов и отчасти с подводным вулканизмом. Характерно, что продуктивные пояса, содержащие наиболее крупные месторождения железистых кварцитов, располагаются на более древних зеленокаменных поясах или в непосредственной близости от них.

Вулканогенно-осадочные месторождения железистых кварцитов характерны для архейских зеленокаменных поясов с терригенно-вулканогенным типом разреза. В большинстве случаев в этих структурах устанавливается тесная ассоциация железистых кварцитов с высокожелезистыми базальтами, реже с осадочными породами и кислыми вулканитами. Рудные кварциты встречаются на разных стратиграфических уровнях зеленокаменных толщ, но наиболее часто приурочены к основанию верхней, существенно метаосадочной, части разреза. Они залегают прерывистыми горизонтами, переслаиваясь с измененными туфами и лавами, в непосредственной близости от зон активного вулканизма.

Для месторождений, связанных с магматическими формациями, основными рудоконтролирующими факторами являются структурный, магматический и литолого-фациальный.

Все медно-никелевые сульфидные месторождения ассоциируют с магматическими формациями ультрабазит-базитового состава, формировавшимися в условиях растяжения, и приурочены к структурам рифтогенного типа: к областям рассредоточенного рифтинга в плюм-тектонических зеленокаменных поясах, к зонам задугового рифтогенеза в пермобильных поясах и к структурам континентального и задугового рифтогенеза в плейттектонических поясах. В архейских зеленокаменных поясах месторождения ассоциируют с коматиит-толеитовой и оливинит-гарцбургитовой рудоносными формациями. Сульфидные медно-никелевые руды, связанные с покровами коматиитов, образуют линзы и невыдержанные по простиранию прослои, согласные напластованию вмещающих пород. Рудные тела залегают в основании мощных толщ серпентинизированных перидотитовых коматиитов и приурочены к базальным частям дифференцированных коматиитовых потоков. Рудоносным, как правило, оказывается самый нижний пласт коматиитов. Рудная минерализация, связанная с гипабиссальными дунитовыми телами — дайками и силлами, локализуется в основании силлов. Рудные залежи участвуют в складчатости и разломно-блоковой структуре зеленокаменных поясов, что обуславливает их сложную форму и дислоцированность.

В раннепротерозойских зеленокаменных поясах медно-никелевое оруденение пространственно и генетически связано с интрузивными рудоносными формациями (габбро-пироксенит-перидотитовой и пери-

дотит-пироксенит-габбро-норитовой), характерной структурной особенностью которых является неоднородное, сложно дифференцированное строение слагающих их магматических тел. Более основные разности пород обычно слагают нижние части массивов (их основание), менее основные, иногда до диоритов, — верхние. Для рудоносных интрузий устанавливаются повышенное содержание магния (10–30 % MgO) и боуэнский тип дифференциации. Первичные руды размещаются внутри интрузивных массивов, образуя «висячие» залежи вкрапленного типа или, что наиболее характерно, располагаются в придонных частях массивов в виде пластовых и линзообразных донных залежей. Эпигенетические богатые руды, образовавшиеся в результате метаморфизма и гидротермальной деятельности, контролируются разрывными нарушениями и локализируются как внутри интрузий, так и за их пределами. В результате процессов серпентинизации, хлоритизации, оталькования и карбонатизации в приконтактных зонах широко проявляются процессы рудного метасоматоза, перекристаллизации и регенерации с образованием богатых («серых») руд.

При региональной приуроченности к глубинным разломам рудоносные интрузии и месторождения нередко тяготеют к сопряженным или оперяющим разломам и субгоризонтальным нарушениям, отвечающим межформационным или межъярусным срывам. Интрузии обычно располагаются на границе разнородных геологических формаций, в зонах и участках повышенной проницаемости, связанных с веществами и структурными неоднородностями рудовмещающих формаций. Отмечается приуроченность рудоносных интрузий к узлам тройных сочленений палеорифтовых структур, где в обстановке длительного сохранявшегося тектонического растяжения реализуются условия для формирования магматических камер, подъема мантийных магм и их дифференциации.

Месторождения, связанные с гранитоидными формациями (медно-порфировые, медно-молибденовые порфировые, оловорудные, олово-вольфрамовые и др.), локализируются в эндо-, экзоконтактных и надинтрузивных зонах штоков и интрузивных массивов, тяготея к разрывным нарушениям, участкам повышенной трещиноватости и брекчирования.

Месторождения семейства колчеданных руд приурочены к вулканогенным и вулканогенно-осадочным комплексам с широким развитием риолит-базальтовой и базальт-андезит-дацит-риолитовой формаций. В зеленокаменных поясах они часто располагаются прерывистыми цепочками, иногда до нескольких тысяч километров протяженностью, связаны с вулканическими сооружениями и контролируются глубинными разломами. Рудовмещающими структурами являются вулканотектонические депрессии, кальдеры, вулканокупольные структуры, жерловые зоны стратовулканов, синвулканические разломы на границах блоков разной мобильности, склоны, реже центральные части гетерогенных вулканических построек центрального типа, глубоководные депрессии в зонах активного вулканиз-

ма. Положение рудных залежей определяется сочетанием литологических и палеофациальных факторов (благоприятные горизонты, участки литологической неоднородности рудовмещающих толщ и т.д.).

В разрезах вулканитов колчеданные залежи занимают вполне определенное положение. Располагаясь многоярусно, они приурочены к перерывам вулканической деятельности, отмечаемым локальным накоплением вулканогенно-осадочных пород и появлением в разрезах кислых и умереннокислых дериватов базальтовой магмы. В вулканогенно-осадочных комплексах колчеданные руды чаще всего располагаются в верхних частях вулканических толщ, где преобладают пирокласты кислого состава, или на контакте пирокластической толщи с перекрывающими терригенными отложениями. Для разрезов с преобладанием вулканитов основного и среднего состава характерно медно-колчеданное и медно-цинковое колчеданное оруденение. В связи с существенно риолит-дацитовыми вулканитами образуются свинцово-цинковые колчеданные руды, содержащие значительную примесь золота и серебра. Рудные тела, преимущественно конформные со структурой вмещающих толщ, сопровождаются кварц-серицитовыми и кварц-серицит-хлоритовыми сланцами.

В отличие от колчеданных месторождений, которые характеризуются строгой приуроченностью к определенным стратиграфическим горизонтам, месторождения золота, хотя и локализируются преимущественно в вулканогенных толщах и железистых кварцитах, распространены по всему разрезу зеленокаменных поясов, включая и верхнюю, существенно терригенную часть. Определяющим рудоконтролирующим фактором золотого оруденения является структурный — разрывные и складчатые нарушения, зоны расщепления. В региональном плане золоторудные месторождения контролируются крупными долгоживущими зонами продольных разломов, сопровождающимися диафторитами и метасоматически измененными породами. В качестве благоприятных факторов, определяющих размещение месторождений, рассматриваются изгибы региональных рудоконтролирующих разломов, их фланги, сопровождающиеся сериями разрывных нарушений, участки пересечения разрывных нарушений, сочетание их со складчатыми структурами. Разрывные нарушения маркируются хлоритовыми, хлорит-серицитовыми, серицит-карбонатными сланцами. Важное значение в локализации золотого оруденения имеют физико-механические свойства горных пород, слагающих разрез зеленокаменных поясов — чередование хрупких и пластичных слоев. В качестве потенциальных золотоносных (компетентных) разностей рассматриваются базальты, андезиты, дациты, грубообломочные породы, дайки гранитоидов.

Заключение

Выполненные исследования показали, что зеленокаменные пояса характеризуются широким спектром присущих им геологических формаций, в том числе рудоносных (продуктивных и рудовмещающих), образовавшихся в определенных геодинамических обста-

новках на разных стадиях развития геологических структур и составляющих соответствующие рудовмещающие метаморфические структурно-формационные комплексы, различные для поясов разных генетических типов.

Установлено, что металлогеническая рудоносность зеленокаменных поясов определяется в первую очередь составом, распространенностью и сохранностью рудовмещающих метаморфических структурно-формационных комплексов, а продуктивность последних — объемом и составом входящих в них рудоносных формаций. Месторождения полезных ископаемых занимают вполне определенное место в истории развития поясов и связаны с конкретными метаморфическими структурно-формационными комплексами. Качественный состав и интенсивность минерализации контролируются такими параметрами, как объем и состав излившихся и внедрившихся магм, интенсивность разрывной тектоники, скорость погружения и глубина морского бассейна и др. Полученные выводы могут быть использованы при прогнозно-поисковых работах в районах развития метаморфических комплексов (Балтийский, Алданский, Анабарский щиты, Воронежский кристаллический массив, Енисейский кряж и др.).

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 17-05-00592.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брюховецкий, О.С. Обоснование критериев рудоносности структурных этажей континентальной литосферы для прогнозирования стратегических видов минерального сырья / О.С. Брюховецкий, А.К. Корсаков, С.Б. Савилкин // Горный журнал. — 2016. — № 3. — С. 13–15.
2. Гликсон, А. Стратиграфия и эволюция первичных и вторичных зеленокаменных комплексов: данные по щитам южного полушария / А. Гликсон / Ранняя Земля. — М.: Мир, 1980. — С. 264–285.
3. Казанский, В.И. Эволюция рудоносных структур докембрия / В.И. Казанский. — М.: Недра, 1988. — 286 с.
4. Корсаков, А.К. Зеленокаменные комплексы Карелии: перспективы золотоносности / А.К. Корсаков, О.С. Брюховецкий, А.К. Наравас, Н.А. Погребс // Геология и разведка. — 2014. — № 3. — С. 34–37.
5. Минц, М.В. Геодинамические обстановки магматизма и метаморфизма в истории зарождения и эволюции Восточно-Европейского кратона / М.В. Минц // Матер. XII Всерос. петрографического совещания «Петрография магматических и метаморфических горных пород». — Петрозаводск: КНЦ РАН, 2015. — С. 14–16.
6. Соколовский, А.К. Геодинамические обстановки формирования зеленокаменных поясов / А.К. Соколовский, В.Я. Федчук, А.К. Корсаков. — М.: ВНИИГеоСистем, 2003. — С. 186.
7. Ткачев, А.В. Эволюция Cu-Ni-PGE сульфидообразования в истории Земли / А.В. Ткачев, В.Ф. Смолькин // Матер. XII Всерос. петрографического совещания «Петрография магматических и метаморфических горных пород». — Петрозаводск: КНЦ РАН, 2015. — С. 33–35.
8. *Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia* Geological Survey of Finland, special / By ed. P. Eilu — 2012. — Vol. 53. — 401 p.
9. Niiranen, T. Gold deposits in the Fennoscandian gold transect / T. Niiranen, J. Gonzaler, A. Halberg et al. / Gold of Fennoscandian Sheald. Proceedings of the International Conference. — Petrozavodsk: Institute of Geology, KarRC, RAS, 2013. — P. 129–130.
10. Pekka, A. Nurmi. Booming minerals industry in Finland employs the Green Mining concept / A. Nurmi Pekka / Gold of Fennoscandian Sheald. Proceedings of the International Conference. — Petrozavodsk: Institute of Geology, KarRC, RAS, 2013. — P. 134–138.

© Корсаков А.К., Брюховецкий О.С., Межеловский А.Д., 2017

Корсаков Анатолий Константинович // mgri-rggru.ru
Брюховецкий Олег Степанович // mgri-rggru.ru
Межеловский Алексей Дмитриевич // mgri-rggru.ru