

## БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ПОЗДНЕАРХЕЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ КУРСКОЙ ГРАНИТ-ЗЕЛЕНОКАМЕННОЙ ОБЛАСТИ

**М.В. Рыборак, А.Ю. Альбеков, П.С. Бойко**

*Воронежский государственный университет, 394006, г. Воронеж, Университетская площадь, 1, Россия*

Исследованы проявления благороднометалльной минерализации в позднеархейских структурно-вещественных комплексах Курской гранит-зеленокаменной области. Приведена характеристика основных золотоносных и платинометалльных рудных формаций. Перспективы платинометалльного оруденения связываются с мафит-ультрамафитовой вулканоплутонической ассоциацией нижних частей разреза зеленокаменных структур, локализация промышленно значимых золоторудных объектов предполагается в связи с вулканогенно-осадочной толщей верхних частей разреза, зонами тектонической активности в пределах крупных гранитоидных массивов и региональными сдвиговыми разломами обрамления зеленокаменных поясов.

*архей, Восточно-Европейская платформа, Курский (КМА) блок, зеленокаменные пояса, золото, платиноиды*

## NOBLE-METAL MINERALIZATION ASSEMBLAGES OF THE LATE ARCHEAN COMPLEXES KURSK GRANITE-GREENSTONE AREA

**M.V. Ryborak, A.Yu. Albekov, P.S. Boyko**

Noble-metal deposits assemblages of the Late Archean complexes Kursk granite-greenstone area are investigated. Gold and platinum group elements (PGE) main ore formations are characterized. Prospects of PGE deposits connected with mafic-ultramafic volcano-plutonic association of lower parts of greenstone rifting structures. Significant gold deposits is supposed in connection with volcano-sedimentary formation of the upper parts of greenstone structures and zones of tectonic activity within large granite massif and fault shear-zone, terminating greenstone belts.

*Archean, East-European basement, Kursk (KMA) block, greenstone belt, gold, platinum group elements*

### ВВЕДЕНИЕ

Расположенная в южной части Восточно-Европейской платформы Курская гранит-зеленокаменная область (КГЗО), согласно существующим представлениям, является северо-восточной окраиной Сарматского сегмента, коррелируемого с Азовским, Среднеприднепровским и Ингулецким блоками Украинского щита [1, 20, 21, 22]. Предполагается [24], что Курский блок КГЗО является северным продолжением Азовского блока Украинского щита (УЩ), а Белгородско-Михайловский зеленокаменный пояс (ЗКП) трассирует северное протяжение Павлоградско-Ореховской зоны, являющейся переработанной западной окраиной Азовского блока.

Тектоника позднеархейского этапа развития КГЗО характеризуется заложением рифтогенных структур на раннеархейском гранито-гнейсовом основании, в которых формировались мафит-ультрамафитовая вулканоплутоническая ассоциация [2, 6, 11, 14] и вулканогенно-осадочная (БАДР) толща [10]. В соответствии с моделью геодинамического

развития Белгородско-Михайловской (с соподчиненными Суджанской, Фатеевской, Сторожевско-Борисовской ветвями) и Алексеевско-Воронежской зеленокаменных структур, разделенных Курско-Бесединским срединным массивом [7, 20], условия растяжения начальной стадии позднеархейского этапа, впоследствии сменились условиями сжатия с образованием значительных объемов расплавов гранитоидного состава.

В целом, структурно-вещественные комплексы позднего архея Курского блока можно разделить на две генетические группы: 1) зеленокаменный структурно-формационный комплекс (СФК) рифтогенного этапа, включающий – коматиит-толеиты александровской свиты михайловской серии [2, 6, 14]; комагматичный им дунит-перидотит-габбровый сергиевский комплекс; вулканогенно-осадочную (БАДР) ассоциацию лебединской свиты михайловской серии и 2) гранитоидный структурно-формационный комплекс, в составе которого выделяют мигматит-тоналит-плагиогранитный салтыковский комплекс и атамановский комплекс микроклиновых гранитов и мигматитов [18]. Широкий спектр структурно-вещественных комплексов, формировавшихся в позднем архее, определяет разнообразие связанных с ними рудных формаций, в том числе благороднометалльных [16, 17, 21].

### **БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЗДНЕАРХЕЙСКОГО ЗЕЛЕНОКАМЕННОГО СФК**

Для вулканоплутонической мафит-ультрамафитовой ассоциации позднеархейского зеленокаменного комплекса характерны проявления сульфидной платиноидно-медно-никелевой рудной формации, ассоциирующие с коматиит-толеитами и комагматичными им интрузивными габбро-дунит-перидотитами. С вулканогенно-осадочной (БАДР) ассоциацией верхних частей разреза связаны проявления золото-сульфидно-кварцевой формации.

#### *Сульфидная платиноидно-медно-никелевая формация*

С начала изучения высокомагнезиальных образований позднеархейских зеленокаменных поясов Курского блока перспективы благороднометалльной минерализации традиционно связываются с сульфидной платиноидно-медно-никелевой формацией, в связи с которой, зачастую, отмечаются золоторудные проявления [2, 6, 17]. В Курской гранит-зеленокаменной области известно более 30 разномасштабных проявлений сульфидной платиноидно-медно-никелевой минерализации, ассоциированных с позднеархейскими мафит-ультрамафитами. Установлено [2] их сходство с никеленосными коматиитами Западной Австралии, сделаны предположения о необходимости дополнительного источника серы для образования промышленно значимых скоплений платиносодержащих никелевых руд. Детальные исследования позднеархейской сульфидной платиноидно-медно-никелевой Cu-Ni рудно-магматической системы (РМС) («олимпийский» тип) [17] показали существование двух генетических типов рудной минерализации – сингенетического (ликвационного) и эпигенетического (гидротермально-метасоматического). Установлено [17], что определяющими чертами платиноносных сульфидно-никелевых коматиитсодержащих РМС позднеархейского энсиалического рифтогенеза (выступающими вместе с тем в качестве их граничных петролого-геохимических признаков) являются:

1) высокая магнезиальность ( $MgO = 20-33$  мас.%) при пониженной (в сравнении с раннеархейской РМС) железистости ( $\Sigma FeO = 8$  мас.%), слабой недосыщенности  $SiO_2$ , низкой щелочности ( $0,1-1,5$  мас.%;  $Na_2O > K_2O$ ) и титанистости;

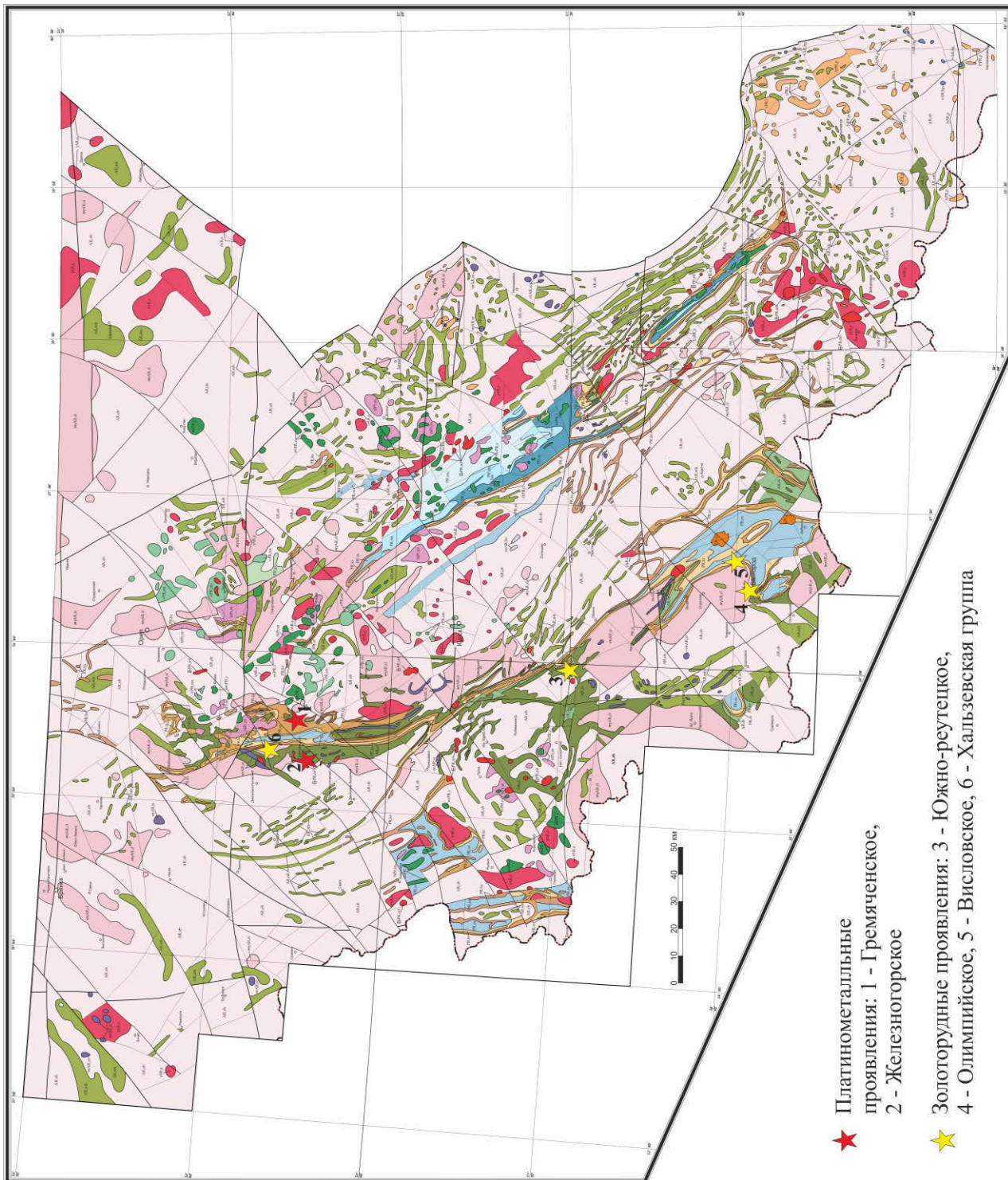
2) обогащенность  $Zn$ ,  $Cr_2O_3$  (до  $0,4-0,5$  мас.%) и  $Ni$  (до  $0,2-0,3$  мас.%), обнаруживающими высокую положительную корреляционную связь с  $Mg$ , резкое преобладание  $Ni$  над  $Cu$  и  $Co$  ( $Ni/Cu > 3-5$ ;  $Ni/Co > 10$ ) и  $Pt$  над  $Pd$  ( $Pd/Pt = 0,23-0,44$ );

3) существенно пентландит-пирротинный состав сингенетической вкрапленности (при ограниченной роли халькопирита, пирита, хромсодержащего магнетита, высокохромистых цинксодержащих хромшпинелидов, никелина, хизлевудита и др.) зон сульфидной минерализации, характеризующихся повышенным содержанием  $Ni$  при резком преобладании его над  $Cu$  и  $Co$  ( $Ni/Cu > 3-10$ ;  $Ni/Co > 10-20$ ), в целом невысокими концентрациями  $Pt$  ( $60-140$  мг/т) и  $Pd$  ( $23-75$  мг/т) при существенном преобладании  $Pt$  над  $Pd$  ( $Pd/Pt = 0,38-0,40$ ), близким к метеоритному изотопным составом серы ( $\delta^{34}S = 1,65$  %).

Исследованиями последних лет [9] установлено, что для высокомагнезиальных вулканитов восточной части обрамления Новоялтинско-Михайловской структуры, располагающихся в северной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса (Гремяченское проявление (1), рис. 1), характерны повышенные фоновые концентрации платины, при значительной роли  $Mo$ ,  $Ag$ ,  $Sn$ ,  $W$ ,  $Pb$ ,  $Bi$ ,  $Th$ ,  $U$ , отражающих, вероятно, геохимические особенности более поздних наложенных гидротермальных метасоматических процессов. В позднеархейских ультраосновных кумулятивных образованиях западной части обрамления этой структуры (Железногорское проявление (2), рис. 1) установлены содержания  $Pt$  и  $Pd$  до  $0,06$  и  $0,04$  г/т, соответственно.

#### *Золото-сульфидно-кварцевая формация*

Проявления золото-сульфидно-кварцевой формации приурочены к верхним частям разреза позднеархейских зеленокаменных структур, представленных вулканогенно-осадочными образованиями лебединской свиты михайловской серии. Вулканогенная составляющая лебединской свиты, на примере Дичнянского разреза Белгородско-Михайловского ЗКП, включает около 50 % метавулканитов кислого, 40 % среднего и 10 % основного состава [10]. Одним из наиболее перспективных объектов данной формации является Южно-Реутецкое проявление золота (рис. 1 (3)), расположенное в центральной части Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса, в области сочленения Белгородской и Суджанской ветвей, где в метавулканитах лебединской серии выявлены золотоносные зоны мощностью первые десятки метров с содержаниями от десятых долей до первых г/т. В составе сопутствующих сульфидов выявлены пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит, сфалерит, теллуриды. Характерными геохимическими особенностями являются аномально высокие концентрации: мышьяка, висмута, теллура, сурьмы.



**Условные обозначения**

Общая стратиграфическая шкала			Региональные стратиграфические подразделения Курского блока			Интрузивные образования										
Акротема	Эпотема	Эратема	Серия (метаморфическая)	Свента, толща	Формация	Комплекс	Формация									
ПРОТЕРОЗОЙ	Нижний протерозой (карелий)	Верхнекарельская					Дубравинский EvPR,d Шебекинский ξPR,s Малиновский EvPR,ml Смородиновский vPR,sm Лискинский γPR,l Павловский hPR,p Стойло-николаев 78PR,sn Золотухинский σvPR,z	Щелочных пироксенитов с карбонатами Габбропироксенит-сиенитовая Субщелочных гранитов Габбродолеритовая Умеренно-щелочных гранитов Мигматит-гранит-граносиенитовая Диорит-гранодиоритовая Перидотит-габброноритовая								
									Нижнекарельская	Оскольская серия	Глазуновская толща	PR,os	Оскольская серия нерасчлененная	Остатовский	ЛPR,ot	Риолитовая
												PR,gl	Андезит-базальтовая			
		PR,tm										Риолит-пикробазальт-базальт-сланцевая				
											Роговская свита	PR,tm	Углеродистая метапесчаник-сланцевая	Осколецкий	сvPR,o	Плагиигранитовая
												PR,rg	Метапесчаник-сланцево-карбонатная			
PR,ks	Курская серия нерасчлененная															
АРХЕЙ	Верхний архей (лопий)	Верхнелопийская	Михайловская серия	Лобединская свита	AR,mh	Михайловская серия нерасчлененная	Атаманский	γAR,a	Умеренно-щелочных гранитов							
					AR,lb	Риодацит-андезит-базальтовая, с кварцитами, метапесчаниками				Салтыковский	mγAR,sl	Мигматит-плагиигранитовая				
		Среднелопийская			Александровская свита	AR,al	Коматиит-базальтовая, с железистыми кварцитами	Белогорьевский	vAR,bg				Габбровая			
						Нижнелопийская	Обоянская свита			AR,ob	Метабазит-гранулит-гнейсовая, метаграувакковая метагранодиорит-гнейсовая, железисто-кальцифир-	Сергиевский		vσAR,sg	Габбро-дунит-перидотитовая	
									vσAR,bs	Перидотит-пироксенит-габбровая						

**Рис. 1. Некоторые проявления благороднометалльной минерализации позднеархейского Белгородско-Михайловского зеленокаменного пояса Курской гранит зеленокаменной области. Геологическая основа по [8], под ред. чл.-корр. РАН Н.М. Чернышова.**

В интервале разреза с максимальным содержанием золота выявлены повышенные концентрации Bi, Te, As, Sb, Co, Cu. Факторный анализ показывает существование устойчивых связей между элементами в группах, отражающих, вероятно, различные стадии гидротермального процесса: висмут – теллур – свинец; золото – медь – серебро; мышьяк – олово. Изучение выделенных самородных форм золота показало их высокую пробность с незначительной (до 6,4 %) лигатурой серебра.

### **БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЗДНЕАРХЕЙСКОГО ГРАНИТОИДНОГО СФК**

Среди позднеархейских гранитоидов КГЗО выделяются мигматит-тоналит-плаггиогранитная формация (салтыковский комплекс), образование которой связывается [7, 20] с плавлением раннеархейского гранитогнейсового основания в результате воздействия мантийно-плюмовой системы рифтогенного этапа, а также формация субщелочных-щелочных гранитоидов (атамановский комплекс), образовавшаяся позднее, на пике активности позднеархейских коллизионных процессов в результате эволюции гранитоидных расплавов в верхнекоровых очагах магмогенерации.

В связи с мигматит-тоналит-плаггиогранитами салтыковского комплекса известны многочисленные, но преимущественно мелкомасштабные проявления серебра, молибдена, вольфрама, меди. Здесь же выделяются контролируемые региональными сдвиговыми зонами наложенные золоторудные объекты, относимые [13] к группе орогенных мезотермальных проявлений. К субщелочным гранитоидам атамановского комплекса приурочены немногочисленные и незначительные по масштабам полиметаллические (главным образом Mo) и редкометалльные проявления.

#### *Медно-молибденовая, вольфрам-молибденовая серебрясодержащие формации*

Автохтонные гранитоиды салтыковского комплекса являются конечным продуктом процесса интенсивной мигматизации и гранитизации раннеархейского петрологического ряда пород: гнейсы – мигматиты [7, 19, 20]. В значительных по размерам (первые сотни км<sup>2</sup>) массивах салтыковского комплекса, обрамляющих зеленокаменные структуры, выявлены немногочисленные проявления медно-молибденовой и вольфрам-молибденовой серебрясодержащих формаций, где содержание серебра достигает 3 г/т. В целом, минерагенический благороднометалльный потенциал сингенетических проявлений салтыковского комплекса можно оценить как малоперспективный.

#### *Золото-сульфидно-кварцевая формация (мезотермального орогенного типа)*

При незначительных масштабах сингенетических процессов рудогенеза гранитоиды салтыковского комплекса вмещают многочисленные, зачастую близкие к промышленно значимым по объемам и содержаниям, рудопоявления и пункты минерализации золота наложенного гидротермально-метасоматического типа. Выявлена их пространственная приуроченность к региональной разломной Волчано-Шаблыкинской структуре, являющейся западным ограничителем Белгородско-Михайловского пояса [11], где на всем протяжении структуры (более 300 км), в непосредственной близости тектонического контакта архейских и палеопротерозойских комплексов, установлены разномасштабные проявления

золоторудной минерализации: а) в южной части – в западном обрамлении Белгородской синклинали, в зоне тектонического контакта палеопротерозойских и архейских СВК (Олимпийский (4), Висловский (5) участки, рис. 1); б) в северной части Белгородско-Михайловской структуры, в западном борту Новоялтинско-Михайловской синклинали (Игнатьевский участок с Хальзевской группой проявлений золота (6) рис. 1). В границах последнего, наиболее изученного участка, по геофизическим данным и результатам бурения в позднеархейских плагиогранитах салтыковского комплекса прослеживается субмеридиональная Хальзевско-Михайловская разломная зона взбросового типа, с падением плоскости сместителя на восток под углом 60–75°. В местах выхода на поверхность докембрийского фундамента она проявлена геофизическими гравимагнитными минимумами, отличающимися от минимумов маркирующих контактовые зоны меньшей контрастностью и устойчивым прослеживанием в пределах однородных объектов. Зоны, несущие оруденение, локализованные преимущественно в брекчированных, катаклазированных и милонитизированных породах, представлены кварцевыми жилами и прожилками, с развитием процессов сульфидизации, березитизации, серицитизации, окварцевания, хлоритизации и карбонатизации. В плагиогранитах гидротермальные изменения проявляются в виде наложенной микроклинизации, новообразования плагиоклаза. В целом отмечается высокая насыщенность дайками кварцевых порфиров и пегматоидных плагиогранитов.

В контурах контролируемой Хальзевско-Михайловским разломом рудной зоны, имеющей ширину около 1 км и прослеживающейся в субмеридиональном направлении более чем на 8 км, выявлено 2 рудопроявления, несколько пунктов минерализации и геохимических аномалий золота.

Рудопроявление Околодновское, с максимальным выявленным содержанием золота (до 9,8 г/т), представлено гидротермально измененными трещиноватыми, милонитизированными плагиогранитами. Рудное тело насыщено кварцевыми жилами и прожилками, участками объемного окварцевания, зонами хлоритизации, прорвано многочисленными дайками кислого состава; сульфиды (1–3 %) представлены пиритом, халькопиритом, реже пирротинном, борнитом, галенитом, молибденитом. Наибольшие содержания (9,8 г/т) и видимое золото в сростании с хлоритом определены в кварцевой жиле субвертикального падения, северного простирания, мощностью 2,8 м. В строении жилы наблюдается две генерации кварца, серицит до 25 %, реже хлорит, сульфиды в виде вкрапленности, гнездообразных и прожилковых обособлений от единичных зерен до 2–3 %. Для рудопроявления характерна геохимическая ассоциация с серебром (содержание Ag достигает 38,1 г/т), медью, висмутом, свинцом, цинком, молибденом и вольфрамом (вмещающие плагиограниты отчетливо специализированы на вольфрам).

Схожий характер оруденения наблюдается также в Хальзевском рудопроявлении, где в березитизированных, окварцованных плагиогранитах содержания золота достигают 2,6 г/т, при 21,6 г/т серебра. Пункты минерализации и геохимические аномалии золота здесь



связаны с гидротермально проработанными зонами трещиноватости с аналогичным составом сульфидов и геохимической ассоциацией элементов.

Южнее располагающихся в плагиогранитах проявлений, вдоль разломной зоны, концентрируются аномалии, пункты минерализации и рудопроявления золота (Медовое - I, Медовое – II), локализованные в палеопротерозойских железисто-кремнисто-сланцевых образованиях курской серии.

В целом можно выделить следующие характерные особенности описанной рудной зоны:

- пространственная приуроченность проявлений к региональному сдвиговому тектоническому нарушению с обширной зоной трещиноватости, рассланцевания, дробления, брекчирования, милонитизации;

- развитие широкого спектра гидротермальных изменений - березитизация, хлоритизация, прожилково-вкрапленная сульфидизация, жильное, прожилковое и объемное окварцевание, карбонатизация;

- насыщенность тектонизированных зон дайками пегматоидных плагигранитов и кварцевых порфиров;

- геохимическая ассоциация золота с серебром, медью, висмутом, свинцом, цинком, молибденом и вольфрамом.

Отчетливый тектонический контроль, характерный спектр гидротермальных изменений, устойчивое значительное, до стократного, преобладание серебра над золотом позволяют отнести Хальзевскую группу проявлений к золото-серебряному мезотермальному (орогенному) типу.

Минерагеническая специализация субщелочных гранитоидов атамановского комплекса оценивается [19] как вольфрам-молибденовая и редкометалльная, однако в металлогении позднеархейского этапа роль гранитоидных расплавов атамановского комплекса сводится, скорее, к источнику энергии при перераспределении рудных компонентов вмещающих образований.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При настоящей степени изученности кристаллического фундамента Курского блока Восточно-Европейской платформы перспективы благороднометалльного оруденения позднеархейских структурно-вещественных комплексов связываются, в первую очередь, с мафит-ультрамафитовой вулканоплутонической ассоциацией (платиноиды и золото в составе сульфидной медно-никелевой формации), с золото-кварц-сульфидными проявлениями в вулканогенно-осадочной толще верхних частей разреза зеленокаменных структур, а также с золоторудными проявлениями мезотермального (орогенного) типа, приуроченными к зонам тектонической активности в автохтонных гранитоидах салтыковского комплекса и региональным сдвиговым зонам, обрамляющим зеленокаменные структуры.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Бибикова Е.В., Богданова С.В., Постников А.В. и др. Зона сочленения Сарматии и Волго-Уралии: изотопно-геохронологическая характеристика супракрустальных пород и гранитоидов // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2009. № 6. С. 3–16.
2. Бочаров В.Л., Фролов С.М., Плаксенко А.Н. и др. Ультрамафит-мафитовый магматизм гранит-зеленокаменной области КМА. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1993. 176 с.
3. Глевасский Е.Б. Решение некоторых проблем петрологии и стратиграфии докембрия Украинского щита с позиций плитотектоники // Мiнерал. журн., 2005. Т. 27. № 3. С. 57–66.
4. Глевасский Е.Б., Каляев Г.И. Тектоника докембрия Украинского щита // Мiнерал. журн., 2000. Т. 22. № 2/3. С. 77–91.
5. Каляев Г.И., Глевасский Е.Б., Димитров Г.Х. Палеотектоника и строение земной коры докембрийской железорудной провинции Украины. Киев: Наук. думка, 1984. 237 с.
6. Крестин Е.М. Позднеархейские коматииты и интрузивные гипербазиты в докембрии КМА, их петрология и металлогения. Петрология и корреляция кристаллических комплексов Восточно-Европейской платформы. Киев: Наукова думка, 1979. С. 72–74.
7. Ненахов В.М., Стрик Ю.Н., Трегуб А.И. и др. Минерагенические исследования территорий с двухъярусным строением на примере Воронежского кристаллического массива. М.: ГЕОКАРТ. ГЕОС, 2007. 284 с.
8. Молотков С. П. Геологическая карта Воронежского кристаллического массива. Масштаб 1: 500 000 / С. П. Молотков [и др.]. М. : СовГеоИнфо, 1999. 6 листов.
9. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Благороднометалльное оруденение неархейских мафит-ультрамафитов КМА на примере Жидеевского массива // Структура, свойства, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы: материалы XVI Междунар. конф. Воронеж, 2010. Т.2. С. 192–195.
10. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Геохимия и петрогенезис позднеархейской андезит-дацит-риолитовой ассоциации верхней толщи Льговско-Ракитянского зеленокаменного пояса КМА (Центральная Россия) // Современные проблемы магматизма и метаморфизма: материалы Всероссийской конференции. СПб, 2012. Т. 2. С. 192–194.
11. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Золоторудная минерализация орогенного типа Курского мегаблока ВКМ // Геология и полезные ископаемые Кольского полуострова: тр. 7-й Всерос. Ферсмановской науч. сессии. Кировск, Апатиты, 2010. С. 92–93.
12. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Мантийно-плюмовые обстановки формирования позднеархейских зеленокаменных поясов Восточно-Европейского кратона на примере Балтийского щита и Курской гранит-зеленокаменной области // Геология и стратегические полезные ископаемые Кольского региона: труды IX Всероссийской (с международным участием) Ферсмановской научной сессии, посвященной 60-летию Геологического института КНЦ РАН, Апатиты. Апатиты, 2012. С. 198–201.
13. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Некоторые проявления золоторудной минерализации мезотермального (орогенного) типа Курского мегаблока Воронежского

кристаллического массива // Материалы VII Всероссийской Ферсмановской научной сессии, посвященной 80-летию Кольского научного центра РАН. Апатиты, 2010. С. 183–186.

14. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Неоархейская вулканогенно-осадочная ассоциация Михайловской структуры Курской гранит-зеленокаменной области: реконструкция условий формирования по петрохимическим данным // Диагностика вулканогенных продуктов в осадочных толщах: материалы Российского совещания с международным участием. Сыктывкар, 2012. С. 73–75.

15. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Тектонические обстановки формирования расплавов позднеархейских высокомагнезиальных вулканитов Львовско-Ракитнянского зеленокаменного пояса КМА (Центральная Россия) // Геологическая среда, минерагенические и сеймотектонические процессы : материалы 18-й Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2012. С. 309–312.

16. Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Типизация золоторудных проявлений курского блока Воронежского кристаллического массива // Регион: системы, экономика, управление. Воронеж, 2012. № 1 (16). С. 93–97.

17. Чернышов Н.М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия). Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. 448 с.

18. Чернышов Н.М., Альбеков А.Ю., Рыборак М.В. О современном состоянии схемы стратиграфии и магматизма раннего докембрия ВКМ // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология, 2009. № 2. С. 33–40.

19. Чернышов Н.М., Лосицкий В.В., Молотков С.П. и др. Структурно-тектоническое районирование Воронежского кристаллического массива (по геологическим и геофизическим данным) // Современные проблемы геологии. Материалы юбилейной научной сессии геологического факультета ВГУ. Воронеж, 1998. С. 5–7.

20. Чернышов Н.М., Ненахов В.М., Лебедев И.П. и др. Модель геодинамического развития Воронежского кристаллического массива в раннем докембрии // Геотектоника, 1997. № 3. С. 21–30.

21. Чернышов Н.М., Рыборак М.В., Альбеков А.Ю. Формационно-генетические типы золоторудного и золото-платинометалльного оруденения Воронежского кристаллического массива // Золото Фенноскандинавского щита: материалы международной конференции. Петрозаводск, 2013. С. 192–195.

22. Чернышов Н.М., Рыборак М.В., Саватенков В.М. и др. Первые данные Sm-Nd изотопии неоархейской коматиит-толеитовой ассоциации Львовско-Ракитнянского зеленокаменного пояса КМА (Центральная Россия) // Доклады Академии наук. М., 2012. Т. 447. № 1. С. 86–89.

23. Щипанский А.А., А.В. Самсонов, А.Ю. Петрова и др. Геодинамика восточной окраины Сарматии в палеопротерозое // Геотектоника, 2007. № 1. С. 43–70.

24. Lobach-Zhuchenko S.B., Balagansky V.V., Baltybaev Sh.K. et. al. The Orekhov–Pavlograd Zone, Ukrainian Shield: Milestones of its evolutionary history and constraints for tectonic models // Precambrian Res., 2014. Т. 252. Р. 71–87.