



## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

УДК 553.041:553.41:553.491 (470.32)

### **ПЕРВАЯ ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ КАРТА БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ДОКЕМБРИЯ ВКМ (принципы построения, содержание, прогнозно-поисковое и фундаментальное значение)**

**Н.М. Чернышов, С.П. Молотков, М.В. Рыборак**

*Воронежский государственный университет*

Впервые публикуется составленная на основе современных геодинамических принципов рудно-формационного анализа прогнозно-минерагеническая карта благороднометального оруденения, сосредоточенного в различных мегаструктурах ВКМ. Карта сопровождается специальным рудно-формационным блоком, включающим 4 класса (эндогенный, экзогенный, полигенный, техногенный) и свыше 20 типов промышленных и потенциально-промышленных платиноидно- и золото-платиноидосодержащих рудных формаций, ассоциирующих с разновозрастными структурно-вещественными комплексами различных геодинамических режимов длительного формирования ( $AR_2-K_2$ ) крупного докембрийского сегмента Восточно-Европейской платформы. Приводится оценка степени продуктивности главнейших типов платиноидно- и золото-платиноидосодержащих формаций, определяющих уникальный благороднометальный потенциал Центральной России.

Исследованиями многих авторов и коллективов к настоящему времени накоплен значительный объем информации о золото-платиноносности докембрийских образований Воронежского кристаллического массива (ВКМ). Подобно другим докембрийским структурам Земли в минерагенических таксонах различного ранга на ВКМ (провинции, пояса, зоны, рудные районы и конкретные месторождения) обнаруживается пространственно-временная связь определенных типов рудных формаций и вмещающих их структурно-вещественных комплексов (СВК). Эта взаимосвязь отражает длительную ( $AR_1-K_2$ ) последовательную смену геодинамических режимов формирования различных уровней сравнительно мощной (42-50 км) коры континентального типа, ее структурно-вещественную эволюцию и, как следствие, пространственное совмещение разновозрастных рудных формаций, отражающих многоэтапность благороднометального рудогенеза.

Настоящая работа является первой попыткой создания прогнозно-минерагенической карты ВКМ на золото и платиноиды (рисунок), отражающей широкий спектр рудных формаций и степень их продуктивности. Карта совмещает два блока информационной нагрузки – структурно-формационный и рудно-формационный. Первый представлен структурно-формационной схемой ВКМ (на базе геологической карты докембрия масштаба 1:2500000) и легендой к ней (рисунок). Данный блок отражает основные черты строения региона и представляет краткую характеристику слагающих его

структурно-формационных комплексов (СФК)\*, сформировавшихся в различных геодинамических обстановках [1-5]. Рудно-формационный блок основан на разработанной схеме формационно-генетической типизации золото-платиноносных и потенциально золото-платиноносных структурно-вещественных комплексов ВКМ [6-11]. Методологической основой выделения различных по составу и степени рудопроductивности благороднометальных формаций, ассоциированных с разновозрастными вулкано-интрузивными и интрузивными ультрамафит-мафитовыми комплексами, черносланцевыми вулканогенно-осадочными отложениями, железистыми кварцитами и другими породными группами, является, прежде всего, известная аналогия геодинамических и эндогенных режимов формирования коры континентального типа, необычайной выдержанная повторяемость геологических явлений, общность структурно-вещественной эволюции и металлогении докембрийских кратонов и платформ [12]. Рудно-формационный блок состоит из таблицы, в которой классифицированы и обозначены различными знаками ведущие типы промышленных и потенциально-промышленных платиноносных и золото-платиноносных рудных формаций докембрийского фундамента ВКМ и перечня месторождений, рудопроявлений и потенциально рудоносных объектов.

\* Авторами принята возможность включения ряда СВК в понятие структурно-формационного комплекса (СФК) в рамках определенного этапа геодинамического режима.

Таблица 1

Схема стратиграфии и магматизма раннего докембрия ВКМ (по данным Н.М. Чернышова)

Общая геологическая шкала		Местные стратиграфические и интрузивно-метасоматические образования								
		Мегаблок КМА		Лосевская шовная зона		Хоперский мегаблок, Калач-Эртильский макроблок				
Акрон	Эон	Супракрустальные образования		Интрузивные и ультраметаморфические комплексы	Супракрустальные образования	Интрузивные и ультраметаморфические комплексы	Супракрустальные образования	Интрузивные и ультраметаморфические комплексы		
	Возраст границ (млн. лет)									
КАРЕЛИЙ (ПРОТЕРОЗОЙ) - К	Верхний карелий (верхний протерозой) - К <sub>2</sub>	-1650-		Дубравинский К <sub>2,d</sub>			Панинская толща (К <sub>2</sub> )	Артюшковский К <sub>2,ar</sub>		
				Шебекинский К <sub>2,s</sub>						
				Малиновский К <sub>2,ml</sub>		Малиновский К <sub>2,ml</sub>		Малиновский К <sub>2,ml</sub> Новогольский К <sub>2,n</sub>		
	Нижний карелий (нижний протерозой) - К <sub>1</sub>	-1800-	Глазуновская свита К <sub>1</sub>		Смородинский К <sub>1,sm</sub>			Ольховский К <sub>1,ol</sub> *		
						Воронежская свита К <sub>1</sub>	Шукавский К <sub>1,sk</sub>	Воронежская свита К <sub>1</sub>		
		-2100-	Оскольская серия К <sub>1,os</sub>	Шелковская толща (2 пачки) К <sub>1,sc</sub>		Павловский К <sub>1</sub>		Лискинский К <sub>1,l</sub>		Бобровский К <sub>1,b</sub>
				Верхняя подсерия К <sub>1,os2</sub>	Четвертая (верхняя сланцевая) подсвита К <sub>1,4</sub>	Стойло-николаевский К <sub>1</sub> *		Павловский К <sub>1,p</sub> *		Еланский К <sub>1,e</sub> *
			Белгородская свита К <sub>1,bl</sub>	Третья (верхняя железорудная) подсвита К <sub>1,3</sub>	Золотухинский К <sub>1,z</sub> *		Мамонский К <sub>1,m</sub> *		Мамонский К <sub>1,m</sub> *	
			Курбакинская свита К <sub>1,kb</sub>	Вторая (нижняя сланцевая) подсвита К <sub>1,2</sub>	?		Уманский К <sub>1,u</sub>	Воронцовская серия К <sub>1,vc</sub>	?	
			Верхняя подсвита (3 пачки) К <sub>1,kb2</sub>	Первая (нижняя железорудная) подсвита К <sub>1,1</sub>						
Нижняя подсвита (3 пачки) К <sub>1,1</sub>			Тимская свита К <sub>1,tm</sub>	Остаповский К <sub>1,ot</sub>						
Верхняя подсвита (2 пачки) К <sub>1,tm2</sub>			Нижняя подсвита (2 пачки) К <sub>1,tm1</sub>							
Нижняя подсвита (3 пачки) К <sub>1,1</sub>			Верхняя подсвита (2 пачки) К <sub>1,2</sub>	Осколецкий К <sub>1,o</sub> *						
Нижняя подсвита (3 пачки) К <sub>1,3</sub>	Нижняя подсвита (3 пачки) К <sub>1,3</sub>									
Курская серия К <sub>1,ks</sub>	Четвертая подсвита (верхняя сланцевая) К <sub>1,4</sub>									
Коробовская свита К <sub>1,kr</sub>	Третья подсвита (верхняя железорудная) К <sub>1,3</sub>									
Стойленская свита К <sub>1,st</sub>	Вторая подсвита (нижняя сланцевая) К <sub>1,2</sub>									
	Первая подсвита (нижняя железорудная) К <sub>1,1</sub>									
	Верхняя подсвита К <sub>1,2</sub>									
	Нижняя подсвита К <sub>1,1</sub>									
АРХЕЙ - AR	Верхний архей AR <sub>2</sub>	-2550-		Игнатьевская свита AR-ik <sub>1</sub>	Лосевская серия AR-К <sub>1,ls</sub>	AR-К <sub>1,ls2</sub>	Рождественский К <sub>1</sub>			
					Нижняя часть AR-К <sub>1,ls1</sub>					
	-3200-			Атаманский ARa						
				Салтыковский ARsl						
Нижний архей AR <sub>1</sub>			Сергиевский ARsr*	Михайловская серия ARmh			Белогорьевский ARbg			
			Бесединский ARps							
		Обоянский СВК (в т.ч. ассоциация пород - брянская и росошанская) ARob, ARob <sup>d</sup>			Обоянский СВК (донская ассоциация пород) ARob <sup>d</sup>		Обоянский СВК ARob <sup>d</sup>			

\*выделяются две фазы

**Таблица 2**  
**Ведущие типы промышленных и потенциально-промышленных платиноносных и золото-платиноносных рудных формаций докембрийского фундамента Воронежского кристаллического массива (Центральная Россия).**

Платино- и золотоплатиноносная формация	Тип ассоциации ЭПГ и Au	Типы (подтипы) месторождений (проявлений)	Преобладающая геологическая формация	Рудовмещающие породы, условия локализации	Месторождения			
					Установленные		Прогнозируемые	
					Крупные	Средние и мелкие	Крупные	Средние и мелкие
<b>Класс эндогенных</b>								
<b>Группа собственно магматогенных</b>								
Сульфидная платиноидно-медно-никелевая	Pt-Pd	Сморodinско-новогольский	Трапповая (троктолит-габбродолеритовая)	Нижние горизонты высокомагнезиальных пикрит-троктолит-габбродолеритовых (трапповых) дифференцированных интрузий сморodinского и новогольского комплексов				
		Шукавский	Габбро-верлитовая	Ультрамафиты дифференцированных интрузий шукавского комплекса				
	Pt-Pd-Au	Еланский	Субвулканическая ортопироксенит-норит-диоритовая	Нориты, ортопироксениты еланского комплекса				
	Pt-Pd	Мамонский	Дунит-перидотит-габброноритовая	Высоко- и умеренномагнезиальные ультрамафиты дифференцированных интрузий мамонского комплекса				
	Pd-Pt	Олимпийский	Коматиит-базальтовая	Коматииты михайловской серии и их интрузивные (субвулканические) тела сергиевского комплекса				
		Бесединский	Перидотит-пироксенит-габбро-анортзитовая	Пироксениты, горнблендиты бесединского комплекса				
Малосульфидная платинометаллическая	Pt-Pd	Сморodinско-новогольский	Трапповая (троктолит-габбродолеритовая)	Горизонты такситовых габбродолеритов дифференцированных массивов сморodinского и новогольского комплексов				
		Ольховский	Габбронорит-кварц-монцитит-гранитная	Габбронорит-кварцмонцититы первой фазы ольховского комплекса				
		Елань-вязовский	Дунит-перидотит-габброноритовая	Горизонты тонкоритмичного переслаивания пород зон переходов нижней ультрамафитовой и верхней габбронорит-габбровой серий дифференцированных интрузий мамонского комплекса				
Платиносодержащая хромитовая	Pt-Pd (Ru, Os)	Садовый	Дунит-перидотит-габброноритовая	Горизонты хромитоносных гарцбургитов и ортопироксенитов дифференцированных интрузий мамонского комплекса				
Платиносодержащая титаномагнетитовая	Pt-Pd	Сморodinский	Трапповая (троктолит-габбродолеритовая)	Обогащенные титаномагнетитом (ванадийсодержащим) долерит-пегматиты дифференцированных массивов сморodinского комплекса				
		Моховской	Дунит-перидотит-габброноритовая	Обогащенные титаномагнетитом роговообманковые габброиды моховского типа мамонского комплекса				
Платинометаллическая в карбонатитах	Pt-Pd	Дубравинский	Щелочно-ультрамафитовая с карбонатитами	Рудоносные карбонатиты дубравинского комплекса				
<b>Класс полигенных</b>								
<b>Группа флюидно-магматогенно-осадочных</b>								
Золото-платиносодержащая полиметаллическая черных сланцев	Pt-Pd-Au	а) Кшенско-тимской тимской подтип	Углеродистая и высокоуглеродистая вулканогенно-осадочная	Обогащенные углеродом и сульфидами горизонты сланцев среди вулканитов тимской свиты оскольской серии				
		б) кшенский подтип	Углеродистая и высокоуглеродистая вулканогенно-осадочная	Средне-низкотемпературные углеродистые метасоматиты по вулканогенным и вулканогенно-осадочным образованиям оскольской серии				
		в) воронцовский подтип	Углеродисто-граувакко-сланцевая (молассоидно-флюидная)	Углеродистые сульфидизированные сланцы и гнейсы воронцовской серии				
		г) обоянский подтип	Метабазит-гранулит-гнейсовая, углеродистая	Высокоуглеродистые (графитизированные) гнейсы обоянского структурно-вещественного комплекса				
Платиносодержащая золотожелезурудная	Pt-Pd-Au	Курский	Железисто-кремнисто-сланцевая	Железистые кварциты курской серии				
Золото-палладий-содержащая в колчеданных рудах	Au-Pd	Авильский	Вулканогенно-осадочная, углеродистая зеленокаменных поясов	Графитизированные песчаниково-ортосланцевые горизонты александровской свиты михайловской серии				
<b>Класс экзогенных</b>								
<b>Группа комплексных (Au- U-ЭПГ) проявлений</b>								
Золото-уран-платиноносных конгломератов	Au-U-ЭПГ	Стойленский	Карбонатно-метаграувакковая	Металлоносные конгломераты в основании курской серии (игнатеевская и стойленская свита)				
Платино-золото-содержащих олигомиктовых конгломератов и гравелитов	ЭПГ-Au	Воронежский	Вулканогенно-осадочная	Конгломерат- и гравелитсодержащие отложения зон стратиграфических несогласий, включая горизонты перекрытия («спая») докембрийских и фанерозойских отложений				
<b>Класс техногенных</b>								
Золото-платино-содержащая	Au-Pt-Pd	Курско-Белгородский	Хвостотвалы железорудных месторождений	Хвостохранилища Михайловского и Лебединского ГОКов КМА				

### Условные обозначения к рисунку.

**1 - Структуры обрамления ВКМ (внеранговые).** Структуры кристаллического фундамента: ВУ - Волго-Уральский сегмент. Авлакоены (рифейские): ПЧ - Пачелмский, ДД - Днепрово-Донецкий, К - Клинцовский. Впадины (палеозойские): ОВ - Оршанская.

**2 - Раннеархейские структурно-формационные комплексы (СФК).** Формации: метабазит-гранулит-гнейсовая (обоянский комплекс); метаграувакковая грубообломочная метагранодиорит-гнейсовая (донская ассоциация обоянского комплекса в пределах Лосевской шовной зоны); железисто-кальцифир-кондалитовая (брянская ассоциация обоянского комплекса в контурах Брянского блока); перидотит-пироксенит-габбровая (бесединский комплекс).

**3 - Позднеархейские СФК этапа рифтогенеза.** Режим формирования зеленокаменных поясов. Формации: метакоматиит-метабазальтовая (михайловская серия); железисто-кремнисто-метабазитовая (железистые кварциты михайловской серии); дунит-перидотит-габбровая (сергиевский и белогорьевский комплексы).

**4 - Позднеархейские СФК этапа орогенеза.** Режим формирования эндебит-гранулитового, гранит-плагиогранитного основания. Формации: плагио- и микроклиновых гранитов и мигматитов (салтыковский и атаманский комплексы).

**5 - Позднеархейские - раннекарельские СФК этапа межконтинентального рифтогенеза.** Режим формирования внутриконтинентальных тектонических швов. Формации: базальт-риолитовая в т.ч. метадиабаз-амфиболитовая (лосевская серия); габбровая (рождественский комплекс).

**6 - Позднеархейские - раннекарельские СФК этапа внутриконтинентального рифтогенеза.** Режим формирования внутриконтинентальных впадин и внутриконтинентальных швов. Формации: а) карбонатно-метаграувакковая ( $AR_2-K_1$ , игнатеевская свита; развита фрагментарно в пределах Белгородско-Михайловской рифтогенной структуры), терригенная железисто-кремнистая (курская серия); б) вулканогенно-осадочная (оскольская серия).

**7 - Раннекарельские СФК этапа эпикратонного прогибания.** Режим накопления протоплатформенного чехла. Формации: флишидная углеродисто-терригенно-сланцевая, в т.ч. углеродистых и сульфидсодержащих пород (воронцовская серия).

**8 - Раннекарельские СФК этапа коллизии и субдукции.** Режим главной фазы складчатости и формирования инъективных структур. Формации: норит-диоритовая, перидотит-габброноритовая и габбродиорит-гранодиоритовая (еланский, мамонский, золотухинский и стойло-николаевский комплексы); тоналит-плагиогранитная, мигматит-гранит-граносиенитовая и плагиогранитная (усманский, павловский и осколецкий комплексы); малых интрузий и даек калиевых риолитов (остаповский комплекс); аллохтонных субщелочных гранитов (бобровский и лискинский комплексы).

**9 - Раннекарельские СФК раннеплатформенного этапа.** Режим формирования наложенных трогообразных впадин и инъективных структур (тафrogenный). Формации: вулканогенно-осадочная в т. числе дацит-андезит-базальтовая (воронежская свита); верлит-габбровая (шукавский комплекс); габбронорит-кварцмонзонит - гранитная (ольховский комплекс).

**10 - Карельские СФК платформенного этапа.** Режим формирования инъективных структур. Формации: трапповая вулканоплутоническая в т.ч. метабазальт-метаандезитовая туфогенная (глазуновская свита); габбродолерит - долерит-пегматитовая (смородинский ( $K_1$ ) и новогольский ( $K_2$ ) комплексы).

**11 - Позднекарельские СФК платформенного этапа.** Режим формирования инъективных структур. Формации: гранитовая (малиновский комплекс), трахибазальтовая (панинская толща), сиенитовая и щелочно-сиенитовая (шебекинский и артюшковский комплексы), щелочно-ультраосновная с карбонатитами (дубравинский комплекс).

**12 - Структурные элементы I ранга.** Мегаблоки: I - КМА, II - Хоперский, III - Лосевская шовная зона.

**13 - Структурные элементы II ранга.** Макроблоки: 1 - Рославльский, 2 - Брянский, 3 - Ливенско-Ефремовский, 4 - Курско-Белгородский, 5 - Камышинский, 6 - Калачско-Эртильский.

**14 - Купольные, купольно-кольцевые структуры.**

**15 - Внеранговые глубинные разломы глубинного заложения (сдвига-сбросы).**

**16 - Региональные глубинные, корово-мантийные разломы 1-го ранга (надвиги).**

**17 - Региональные разломы (сбросо-сдвиги) 2-го ранга - блокоразделы.**

**18 - Региональные разломы (сбросо-сдвиги) 2-го ранга - сквозные.**

**19 - Региональные разломы (сбросо-сдвиги, сдвиги, раздвиги) 3-го ранга - блокоразделы коровые.**

**20 - Месторождения, рудопроявления и потенциально рудоносные участки:** 1- Железногорский рудный узел; 2- Гремячинский; 3- Жидеевский; 4- Смородинский; 5- Студеновский; 6- Косиновский; 7- Олимпийский; 8- Сев. Висловский; 9- Курско-Бесединский; 10- Сергиевский; 11- Луневский; 12- Тимской; 13- Погоженский; 14- Кшенский; 15- Луговской; 16- Коробковской; 17- Лебединско-Стояленский; 18- Дубравинский; 19- Авильский; 20- Волоотовский; 21- Вост. Волоотовский; 22- Алексеевский; 23- Воронежский; 24- Ольховский; 25- Шукавский; 26- Садовский; 27- Вост. Садовский; 28- Моховской; 29- Шишовской; 30- Астаховской; 31- Песковатской; 32- Икорецкий; 33- Рябиновско-Большемартыновский; 34- Анненский; 35- Новогольский; 36- Жердеевский; 37- Троицкий; 38- Елань-Коленовский; 39- Центральный; 40- Еланский; 41- Елкинский; 42- Уваровский; 43- Ширяевский; 44- Мамонский; 45- Артюховский; 46- Бычковский; 47- Юбилейный; 48- Подкопновский; 49- Пионерский (Липов Куст); 50- Сухой Яр.

## Структурно-формационный блок

Этот блок представляет собой разработанную в целях прогнозирования золото-платиноносности систему структурно-формационных комплексов – оптимальных (для выбранной степени детальности) совокупностей структурно-вещественных комплексов, выделенных на основе их состава и геолого-геодинамической позиции (рисунок, табл.1). На карте отображены границы ВКМ и прилегающие геологические структуры: Волго-Уральский сегмент, авлакоены рифейского (Пачелмский, Днепрово-Донецкий, Клинцовский) и Оршанская впадина палеозойского возрастов [2-5]. Показаны главные структурные элементы ВКМ – мегаблоки и входящие в их состав макроблоки. Ниже приведена краткая характеристика выделяемых в легенде к данной карте таксонов.

Структурно-формационные комплексы раннего архея представлены рядом формаций: метабазит-гранулит-гнейсовой (обоянский комплекс); метаграувакковой грубообломочной метагранодиорит-гнейсовой (донская ассоциация обоянского комплекса в пределах Лосевской шовной зоны); железисто-кальцифир-кондалитовой (брянская ассоциация обоянского комплекса в контурах Брянского блока) и перидотит-пироксенит-габбровой (бесединский комплекс). Согласно современным представлениям о развитии ВКМ в раннем архее [3-5] формирование этих комплексов происходило в условиях специфического раннеархейского плитного тектоногенеза.

Позднеархейские СФК, в составе которых метакоматиит-метабазальтовая (михайловская серия), железисто-кремнисто-метабазитовая (железистые кварциты михайловской серии) и дунит-перидотито-

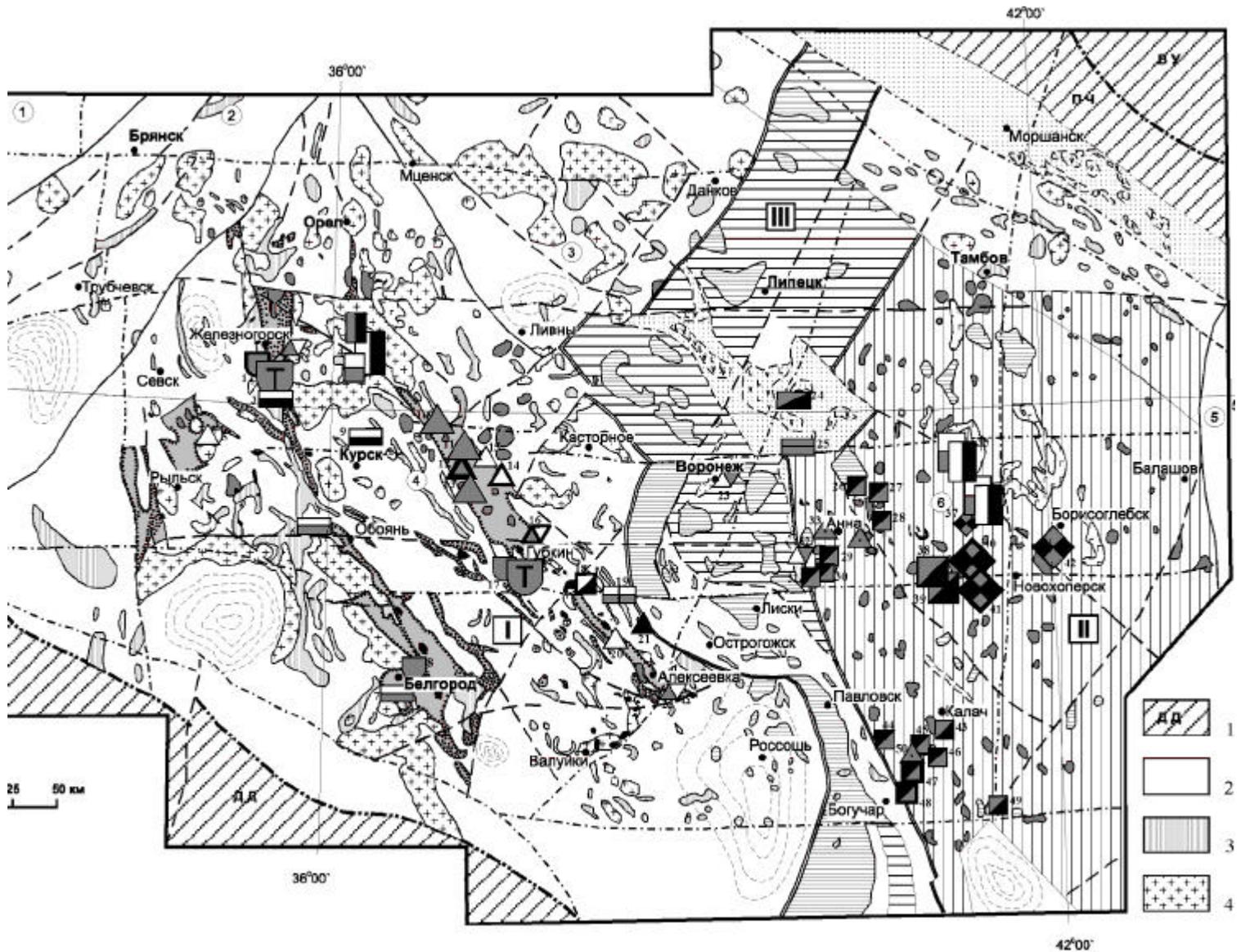


Рисунок. Прогнозно-минерагеническая карта благороднометалльного оруденения докембрия ВКМ.

вая (сергиевский и белогорьевский комплексы) формации образовались в результате последовательного рифтогенного преобразования раннеархейской коры, приведшего к формированию зеленокаменных поясов, имеющих сложную извилистую и прерывистую форму с рядом ответвлений, отклоняющихся от общего северо-западного простирания за счет гранитоидного диапиризма в условиях коллизии [5]. С проявлением позднеархейских коллизионных процессов связывается формирование мигматитов и плагио-микроклиновых гранитов салтыковского и атаманского комплексов.

Этап межконтинентального рифтогенеза выразился в образовании характерных СВК Лосевской шовной зоны - базальт-риолитового (в т.ч. метадиабаз-амфиболитового; лосевская серия) и габбрового (рождественский комплекс).

Внутриконтинентальные рифтогенные процессы стали причиной формирования ряда СФК в пределах мегаблока КМА: карбонатно-метаграуваккового (игнатеевская свита); терригенного железисто-кремнистого (курская серия) и вулканогенно-осадочного (оскольская серия). В раннем карелии восточная часть ВКМ претерпела эпикратонное прогибание, в результате чего формировались отложения в основном турбидитового типа (воронцовская серия), представленные флишоидной углеродисто-терригенно-сланцевой, в т. ч. углеродистой сульфидсодержащей формацией.

В период субдукционного и последовавшего за ним раннекарельского коллизионного этапов (режим главной фазы складчатости и формирования инъективных структур) сформировался широкий спектр магматогенных формаций: перидотит-габброноритовая, норит-диоритовая, габбродиорит-гранодиоритовая (мамонский и золотухинский, еланский и стойло-николаевский комплексы); тоналит-плагиогранитная, мигматит-гранит-граносиенитовая и плагиогранитная (усманский, павловский и осколецкий комплексы); малых интрузий и даек калиевых риолитов (остаповский комплекс); аллохтонных субщелочных гранитов (бобровский и лискинский комплексы).

Раннеплатформенный структурно-вещественный комплекс, формировавшийся в условиях стабилизации и эрозии, представлен вулканогенно-осадочной, в т. числе дацит-андезит-базальтовой формацией (воронежская свита) и рядом интрузивных комплексов - верлит-габбровым (шукавский комплекс), габбронорит-кварцмонзонит-гранитным и габбродолеритовым (ольховский и смородинский комплексы).

Магматическая активность раннекарельского платформенного этапа обусловила широкое развитие трапповой формации, представленной в пределах Хоперского мегаблока новогольским троктолит-габбродолеритовым комплексом. Позднекарельские СФК того же этапа включают умереннощелочные гранитоиды (малиновский комплекс), щелочные вулканоплутонические формации - трахибазальто-

вую (панинская толща); щелочно-ультраосновную с карбонатитами (дубравинский комплекс); сиенитовую и щелочно-сиенитовую (шебекинский и артюшковский комплексы) [5,7].

### Рудно-формационный блок

Рудно-формационный блок обобщен в виде таблицы (табл. 2), в которой приведена типизация установленных и прогнозируемых месторождений различного генезиса, а также список модельных рудных объектов с описанием геологических условий их формирования. Таблица совмещает ряд ин-формационных уровней, раскрывающих различные виды платино- и золото-платиноносных формаций, типы ассоциаций элементов платиновой группы (ЭПГ) и золота, указаны подтипы месторождений и рудопроявлений, отражены преобладающие для каждого типа геологические формации, условия локализации и оценка рудных объектов – установленные и прогнозируемые, крупные, средние и мелкие. Ниже приводится краткая характеристика объектов благороднометального рудогенеза, связанных с разновозрастными геодинамическими обстановками формирования докембрийского фундамента ВКМ.

С этапом формирования раннеархейского основания связано становление перидотит-пироксенит-габбро-анортозитовой формации, с которой ассоциируют рудные железо-платиновые объекты типа Пилбора. Содержание ЭПГ в малосульфидных пироксенитовых и горнблендитовых горизонтах интрузивов составляет 0,25-1,6 г/т [8,13] (Жидеевский и Курско-Бесединский участки, № 3,9, на рисунке соответственно)\*. В составе СВК этого этапа прогнозируется мелкое-среднее по ресурсам золота и ЭПГ месторождение обоянского подтипа, установленное восточнее Волотовской структуры (№21), где представлено высокоуглеродистыми (графитизированными) гнейсами обоянского структурно-вещественного комплекса. Содержание золота до 7,5, платиноидов до 5,9 г/т [4].

Этапы позднеархейского рифтогенеза и консолидации ознаменовались формированием двух типов рудных объектов – авильского и олимпийского. Первый тип локализуется в графитизированных песчаниково-ортосланцевых горизонтах александровской свиты михайловской серии (№ 19) и отнесен к колчеданному золото-палладийсодержащему типу (содержания ЭПГ – 0,2, золота – 1,2 г/т [14,15]). Олимпийский тип ассоциирует с проявлениями вулкано-интрузивной коматитит-базальтовой формации в составе михайловской серии и субвулканических тел сергиевского комплекса (№ 6,7). Концентрации ЭПГ достигают 0,04 г/т [8].

Этап раннепротерозойского рифтогенеза и коллизии является наиболее продуктивным. С ним связаны многочисленные разноформационные и разновозрастные рудные объекты. К их числу прежде

\* Здесь и далее пронумерованы рудоносные объекты, помещенные на карте (см. рисунок).



всего относятся месторождения и рудопроявления, связанные с мафит-ультрамафитами различных комплексов. Выделены следующие типы: мамонский, садовский, моховской, елань-вязовский среди интрузий мамонского комплекса. Собственно мамонский тип представлен сульфидным медно-никелевым платиносодержащим оруденением (Нижнемамонское, Подколдновское, Юбилейное месторождения и многочисленные рудопроявления, № 27, 29-31, 44-48) в высоко- и умеренномагнезиальных ультрамафитах дифференцированных интрузий. Содержание ЭПГ достигает 2,8 г/т [6,8,12]. К горизонтам гарцбургитов и ортопироксенитов дифференцированных интрузий того же комплекса приурочены платиносодержащие хромитовые руды (садовский тип, № 26). Концентрации ЭПГ до 1 г/т [12,14]. В обогащенных титаномagnetитом рогово-обманковых габброидах (моховской тип, № 28) концентрации ЭПГ составляют около 1 г/т [12, 14]. Горизонты тонкоритмичного переслаивания пород зон переходов нижней ультрамафитовой и верхней габбронорит-габбровой серий дифференцированных интрузий (елань-вязовский тип, № 38,39,43,49) содержат ЭПГ до 1 г/т [12,14]. В богатых по содержанию никеля Еланском (№ 40) и Елкинском (№ 41) месторождениях (еланский тип, № 37, 40-42) содержание ЭПГ достигает 12 г/т, золота до 2,5 г/т [12,14].

В оценке общего потенциала благородных металлов особое значение приобретают разномаштабные рудоносные объекты, ассоциирующие с конгломератами (стойленский тип), железистыми кварцитами (курский тип), черносланцевыми толщами и метасоматитами (тимско-кшенский тип) КМА. Стойленский тип (№ 2, 16, 22) представлен металлоносными конгломератами в основании курской серии (стойленская свита). Оруденение комплексное золото-уран-платиноносное, содержание золота до 3-5 г/т, ЭПГ - 0,5 г/т [14,17,18,19]. Среди рудных объектов, связанных с черносланцевой породной ассоциацией выделены тимской и кшенский подтипы. Тимской (№ 10-13) связан с обогащенными углеродом и сульфидами горизонтами сланцев среди вулканитов тимской свиты оскольской серии. Содержание ЭПГ в рудах тимского типа до 6,3 г/т, золота до 2,9 г/т [12,14,17,18,19,21]. Кшенский подтип (№ 5,14,15,18) представлен средне-низкотемпературными углеродистыми метасоматитами по вулканитам оскольской серии. Содержание золота достигает 14,6 г/т [12,14,17,18,20,21]. С железистыми кварцитами курской серии связана сингенетическая и гипергенная благороднометалльная минерализация (№ 1, 8, 17). Содержание золота до 4,83 г/т, платиноидов до 1 г/т [20,22,23]. К данному генетическому типу относятся также техногенные рудные объекты, расположенные в пределах действующих ГОКов (№ 1, 17). В пределах Хоперского мегаблока оруденение, ассоциированное с высокоуглеродистыми образованиями, выделено в самостоятельный воронцовский подтип (№ 33, 34, 50) углеродистых

сульфидизированных сланцев и гнейсов воронцовской серии зон воздействия ультрамафит-мафитовых интрузий мамонского комплекса. Содержание золота 1- г/т ЭПГ 0,1 – 0,23 г/т [12].

С тафрогенным и раннеплатформенным этапами развития ВКМ связано формирование различных по генетической принадлежности рудных объектов: воронежского типа среди полимиктовых конгломератов зон несогласия (№ 23, 32, золото до 1 г/т; [17]); шукавского в сульфидосодержащих ультрамафитовых горизонтах габбро-верлитовых интрузий одноименного комплекса (№ 25, ЭПГ до 0,062 г/т; [8]); ольховского в зонах автотасоматической гидротермальной проработки дифференцированных габбронорит-кварцмонцонитовых (монцодиоритовых) интрузий (№ 24) с содержанием ЭПГ до 0,3 г/т [24]. На данном этапе в пределах мегаблока КМА происходило внедрение трапповых интрузий смординского комплекса, с которыми предположительно связано оруденение трех типов: сульфидное платиносодержащее в нижних сульфидоносных горизонтах высокомагнезиальных пикрит-троктолит-габбродолеритовых интрузий, малосульфидное платинометальное в такситовых габбродолеритах и обогащенных титаномagnetитом долерит-пегматитах (№ 4, содержание ЭПГ достигает 1,3 г/т [8].

С внедрением на платформенном этапе трапповых интрузий (новогольский комплекс) в пределах Хоперского мегаблока связано оруденение (№ 35, 36), генетически однотипное смординскому типу КМА. Концентрации ЭПГ достигают 0,7 г/т [25].

Таким образом, в результате выполненных исследований установлен многоэтапный (полихронный) и полигенный по своей природе характер золото-платиноносных рудных формаций в докембрийском фундаменте ВКМ. Унаследованность развития структур в последовательном ряду сменяющихся геодинамических режимов, определяет многоуровневое размещение благороднометалльного оруденения и, как следствие, появление крупных и уникальных золото-платиносодержащих рудоносных объектов

*Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП "Интеграция" № И-0865 и программы "Университеты России".*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышов Н.М. Основные черты геодинамики и минерагении Воронежского кристаллического массива. // Матер. междунар. конфер. "Проблемы геодинамики и минерагении Восточно-Европейской платформы". - Воронеж, 2002. - С.144-149.
2. Чернышов Н.М., Лосицкий В.И., Молотков С.П. и др. Структурно-тектоническое районирование Воронежского кристаллического массива (по геологическим и геофизическим данным) // Современные проблемы геологии: Сб. тр. геол. ф-та. ВГУ.- Воронеж, 1998.- С.5-7.
3. Чернышов Н.М., Молотков С.П., Молотков Д.С. Модель глубинного строения Воронежского кристалли-

- ческого массива (ВКМ) в связи с проблемами алмазности и эндогенного рудообразования // Матер. междунар. симп. "Мантийные плюмы и металлогения". - Петрозаводск-Москва, 2002. - С.269-272.
4. Чернышов Н.М., Ненахов В.М. Геодинамические особенности становления континентальной коры Курского и Хоперского мегаблоков Воронежского кристаллического массива // Матер. междунар. конфер. "Проблемы геодинамики и минерации Восточно-Европейской платформы". - Воронеж, 2002. - С.143-144.
  5. Чернышов Н.М., Ненахов В.М., Лебедев И.П., Стрик Ю.Н. Модель геодинамического развития Воронежского кристаллического массива в раннем докембрии // Геотектоника. - 1997. - №3. - С.21-30.
  6. Додин Д.А., Оганесян Л.В., Чернышов Н.М., Яцкевич Б.А. Минерально-сырьевой потенциал платиновых металлов России на пороге XXI века. Под ред. В.П. Орлова. - М., 1998. - 121с.
  7. Чернышов Н.М. Металлогеническое районирование Воронежского кристаллического массива в связи с его никеленосностью // Геология рудных месторождений. - 1990. - №3. - С.3-16.
  8. Чернышов Н.М. Формационно-генетические типы платинометаллических проявлений Воронежского кристаллического массива // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов: Сб. научн. трудов. - М., 1995. - 203 с.
  9. Чернышов Н.М. Формационно-генетические типы платинометаллических проявлений Воронежского кристаллического массива // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов: Сб. научн. трудов. - М., 1994. - С.85-103.
  10. Чернышов Н.М., Додин Д.А. Формационно-генетическая типизация платинометаллических месторождений и проявлений для целей прогноза // Докл. РАН. 1994. - Т.331, №4. - С. 265-284.
  11. Чернышов Н.М. Сульфидно-никелевые рудно-магматические системы (типизация и эволюция) // Изв. АН СССР. Сер. геол. - 1990. - №11. - С.94-106.
  12. Додин Д.А., Чернышов Н.М., Яцкевич Б.А. Платинометаллические месторождения России. - СПб., 2000. - 755с.
  13. Жмакин В.М. Прогнозирование и методы поисков оруденения в зеленокаменных образованиях // Прогнозирование и поиски рудных месторождений на Воронежском кристаллическом массиве: Сб. науч. трудов. - М., 1992. - С.71-78.
  14. Додин Д.А., Чернышов Н.М., Чередникова О.И. Металлогения платиноидов крупных регионов России. - М., 2001. - 302 с.
  15. Чернышов Н.М., Коробкина Т.П., Лапутина И.П. Благороднометаллическая специализация колчеданного оруденения ВКМ (на примере Тимского и Авильского участков) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -2000. -№9. -С.134-138.
  16. Лихачев В.А., Симон А.К., Зеленщиков Г.В., Терентенко Г.А. Новые данные по геологии и никеленосности массива Липов Куст (Воронежский выступ докембрия) // Магматизм и рудообразование. -М., 1974. - С.114-134.
  17. Ляховкин Ю.С. Типизация проявлений золотого оруденения Воронежского кристаллического массива // Отч. геология. -2001. - №6. - С.16-21.
  18. Лющин В.А., Казанцев В.А. Предпосылки промышленных месторождений золота на территории Курской магнитной аномалии // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -1997. - №3. - С.95-99.
  19. Горяшин В.И. Некоторые закономерности размещения эндогенной минерализации в Старооскольском рудном узле на основе геодинамического анализа тектоники раннедокембрийских образований // Матер. междунар. конфер. "Проблемы геодинамики и минерации Восточно-Европейской платформы". - Воронеж, 2002. - С.132-135.
  20. Дунай Е.И., Белых В.И., Плужников И.Ф. Состояние, проблемы и задачи по развитию и укреплению минерально-сырьевой базы Центрального Черноземья России (на примере Белгородской области) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -1998. - №6. - С.131-142.
  21. Чернышов Н.М., Коробкина Т.П. Новый тип платинометаллического оруденения Воронежской провинции: платиносодержащие высокоуглеродистые стратифицированные комплексы // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов: Сб. научн. трудов. - М., 1994. -С.55-83.
  22. Кашин С.В., Плющев Е.В., Попкова Н.В. Стадийность и зональность эпигенетического минералообразования в железистых кварцитах Михайловского месторождения (КМА) // Зап. ВМО. -2001. - №6. - С.95-98.
  23. Кушнеренко В.К., Шувалов Ю.М., Мятлин В.М. Золото и другие элементы в железорудных месторождениях КМА (к проблеме комплексного использования) // Региональная геология и металлогения. -1999. -№9. - С.120-124.
  24. Чернышов Н.М., Рыборак М.В. Элементы платиновой группы в габброидах Ольховского кольцевого плутона Воронежского кристаллического массива (Центральная Россия) // Под знаком платины. Матер. Всерос. научн. конфер. студентов, аспирантов, научных сотрудников и преподавателей ВУЗов и академических институтов геологического профиля. -Екатеринбург, 1999. - С.33-35.
  25. Альбеков А.Ю. К вопросу о платиносодержании интрузий трапповой формации докембрийского фундамента Воронежского кристаллического массива (Центральная Россия) // Сб. науч. трудов НГА Украины. -1998. - Т.2, №3. -С.191-195.