

и выявлено в последние годы ряд новых перспективных рудопроявлений – Шапочка, Кенозерское, Нижневолошовское, Надвиговое. В Северном Приладожье в области сочленения Карельского кратона (AR<sub>2</sub>) и Свекофеннского складчатого пояса (PR<sub>1</sub>) на продолжении выделяемой финскими геологами Раахе-Ладожской металлогенической зоны с известными там мезотермальными золото-арсенидными месторождениями (Осиконмяки, Лайвакангас, Пириля и др.) обнаружено несколько перспективных проявлений аналогичного типа – Алатту, Пякюля, Янис, контролируемых малоглубинным тоналитовым магматизмом и зонами сдвиговых дислокаций.

На территории Карелии имеются определенные предпосылки для выявления крупных комплексных с благородными металлами месторождений *порфирового* типа, или перевод в такой ранг при соответствующем доизучении уже известных рудных объектов – Лобаш-1 и Ялонвара, которые могут представляться как большеобъемные месторождения с бедными рудами.

Металлогенический потенциал благороднометалльного оруденения Карельского региона как и Фенноскандинавского щита в целом по аналогии с территориями Финляндии и Швеции связывается, главным образом, с протерозойскими структурами и Свекофеннской эпохой рудообразования.

Наибольшие металлогенические перспективы на промышленное золото и выявление крупных комплексных благороднометалльных месторождений на территории Карелии имеют (в иерархической последовательности) Онежский рудный район, Костомукшский рудный район, Лобашский рудный узел и Северо-Ладожский рудный район.

*Работа выполнена при финансовой поддержке программы президиума РАН № 14.*

## **Структурно-вещественные критерии прогнозирования сульфидно-медно-никелевых руд в условиях закрытого региона на примере Астаховско-Большемартыновского рудного района (ВКМ)**

**Гончарова Л.В.**

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, e-mail: gordeichenko\_1@mail.ru

В обеспечении сырьевой безопасности России XXI веке важное значение приобретают выявленные во второй половине прошлого столетия в докембрийском фундаменте Центрального региона (в рамках Воронежского кристаллического массива- ВКМ) ряда разномасштабных по запасам и ресурсам никеля, меди, кобальта, МПГ и Au сульфидных медно-никелевых месторождений [3, 5]. Пространственно они ассоциируют с двумя различными по геолого-формационной принадлежности, возрасту и составу интрузивно-дайкивыми комплексами [5, 7]: а) дунит-перидотит-пироксенит-габброноритовым зон рассеянного спрединга (2100-2080±14 млн лет)- мамонский тип месторождений и б) ортопироксенит-норит-диоритовым (2065-2050± 14 млн лет) реактивизированных позднеархейских структурах (еланский тип месторождений). Оба этих типа месторождений сосредоточены в Хоперском мегаблоке, одной из характерных особенностей которого является исключительно широкое развитие в его пределах ультрамафит-мафитовых, мафитовых интрузивно-дайкивых тел никель-платиноносного мамонского комплекса.

В его составе выделяются несколько групп интрузивно-дайкивых тел, сформировавшихся, вероятно, в условиях неодинаковых уровней магмагенерации и различающихся по структурному положению и разному уровню эродированности, масштабам и степени продуктивности на цветные и благородные металлы [2, 4]: 1) ранние ультрамафитовые высоко- и умеренномагнезиальные в разной мере дифференцированные, беспоплевошпатовые промышленно рудоносные (мамонский тип); 2) ультрамафит-мафитовые умеренномагнезиальные камернодифференцированные с амфибол (титанистая роговая обманка)-плагиоклазсодержащими рудоносными ультрамафитами (ширяевский тип); 3) ультрамафит-мафитовые (фазные) камернодифференцированные рудоносные (елань-вязовский тип); 4) количественно преобладающие в составе комплекса слабодифференцированные с неустановленным оруденением и недифференцированные безрудные габброноритовые, габбровые и

габбро-диоритовые интрузивы (каменский тип), завершающие становление всего никель-платиноидного комплекса.

Исключительно высокая степень насыщения ультрамафит-мафитовыми и мафитовыми интрузивно-дайкивыми породными ассоциациями является, вероятно, следствием существования в пределах крупного (375x475 км<sup>2</sup>) Хоперского мегаблока ВКМ магматических систем, развивающихся над головными частями мантийного суперплюма с возникновением над его поднимающейся поверхностью локальных плюмов. Последние концентрировались в трех достаточно протяженных зонах их рассеянного спрединга (рис.): а) Западной (Лосевско-Мамонской) с широким проявлением интрузивно-дайкивых тел мамонского типа; б) Центральной (Озерковско-Ширяевской) с интрузивно-дайкивыми образованиями ширяевского и каменского типов; в) Восточной (Елань-Эртильской) с многообразными плутонами елань-вязовского типа мамонского комплекса и многочисленными телами еланского комплекса. Каждая из них выделяется цепочкой выстроенных вдоль осевых структур в определенных рядах сближенных разномасштабных по размерам и интенсивности локальных гравитационных и магнитных аномалий, которые соответствуют интрузивно-дайкивым системам различным по количественному соотношению ультраосновных и мафитовых составляющих. Отдельные звенья такой системы представляют собой, по существу, конвективные ячейки в пределах автономных структур зон рассеянного спрединга, выстроенные в строгий ряд, в котором максимальное количество ультрамафит-мафитовых тел размещаются над восходящими потоками [6], образуя своеобразные высокопродуктивные рудномагматические системы (РМС).

С этими системами связано формирование двух рудных регионов: а) Мамонско-Подколodновского с известными месторождениями (Нижнемамонское, Подколodновское, Юбилейное) и многочисленными рудопроявлениями; б) Астаховско-Большемартыновского с рядом разномасштабных (в том числе промышленно значимых) рудопроявлений (см. рис.).

Эти рудные районы, определяющие в целом высокий металлогенический потенциал на цветные и благородные металлы Хоперского мегаблока ВКМ [3, 5], целиком размещаются в Западной (Лосевско-Мамонской) зоне, характеризующейся широким развитием преимущественно ультрамафитовых в разной мере дифференцированных интрузивно-дайкивых тел мамонского типа.

Граничными признаками потенциальной рудоносности этой группы тел и ассоциирующих с ними упомянутых сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений и рудопроявлений мамонского типа, и наиболее полно исследованных на примере Мамонско-Подколodновского рудного района, были использованы при прогнозировании и оценке Большемартыновского плутона.

В качестве ведущего признака в условиях повсеместного перекрытия докембрийского фундамента мощным чехлом платформенных отложений выступает, прежде всего, общность геологоструктурного положения, обусловленная глубинными процессами, что является надежной основой для оценки нераскрытого потенциала Астаховско-Большемартыновского рудного района, в пределах которого размещается один из крупнейших (40,5 км<sup>2</sup>) Большемартыновский плутон.

Выполненные исследования по этому плутону позволили выявить ряд структурно-вещественных критериев, присущих промышленно рудоносным интрузивам мамонского комплекса. Внутренняя структура Большемартыновского массива, подобна интрузиву известного Нижнемамонского месторождения и определяется наличием в нем трех последовательно сформировавшихся групп породных ассоциаций: а) мамонской-бесполовошпатовой ультрамафитовой (серпентинизированные дуниты, гарцбургиты, лерцолиты, оливиновые пироксениты и горнблендиты); б) ширяевской ультрамафит-мафитовой (титаномагнетит-роговообманковые перидотиты, пироксениты, габбронориты, габбро); в) каменской (габбронориты, габбро, габбродиориты и диориты). Каждая из этих породных групп слагает автономные тела.

Минералого-петрографический облик ранней рудонесущей породной ассоциации, как в пределах Нижнемамонского месторождения, характеризуется [1]: а) последовательным увеличением железистости оливина (Fa14-32), ортопироксена (Fs12-30) и клинопироксена (Fe3-15), интенсивно замещенных серпентином, тальком, амфиболами, хлоритом и карбонатами; б) существенной количественной роли в составе акцессорной минеральной ассоциации пирротина, халькопирита, пирита, пентландита – типичных минералов сульфидно-медно-никелевых руд мамонского типа; в) отчетливо выраженной тенденцией возрастания концентраций Ni, Co, Cu и S по мере увеличения содержания MgO.

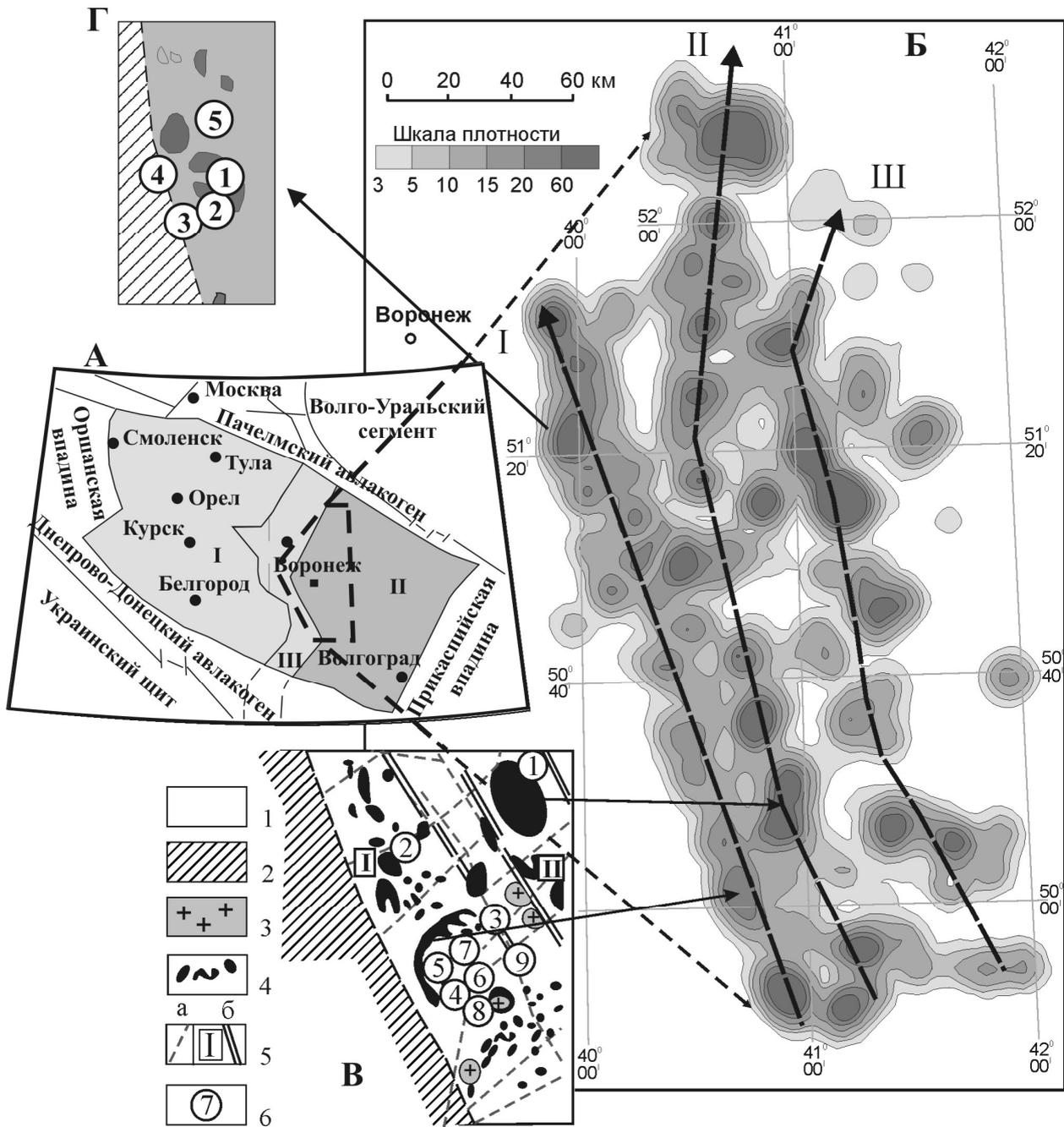


Рис. Положение Большемартыновского плутона на схеме размещения никель-платиноносных интрузивно-дайкивых тел мамонского комплекса в структуре ВКМ [8]:

**А)** Схема структурно-формационного районирования ВКМ: – мегаблок КМА; II – Хоперский мегаблок; III – Лосевская шовная зона; **Б)** Плотность распределения интрузивно-дайкивых тел мамонского никель-платиноносного комплекса и направление осевых структур зон рассеянного спрединга: I – Западная (Лосевско-Мамонская); II – Центральная (Озерковско-Ширяевская); III – Восточная (Елань-Эртильская); **В)** Схема размещения интрузивно-дайкивых тел мамонского комплекса в пределах Мамонско-Подколodного рудного района: 1 – песчаниково-сланцевые отложения воронцовской серии; 2 – вулканогенно-осадочные отложения лосевской серии (в пределах Лосевской шовной зоны); 3 – гранитоиды бобровского комплекса; 4 – ультрамафит-мафитовые интрузивно-дайкивые тела мамонского никель-платиноносного комплекса; 5 – тектонические нарушения (а) и границы зон (б); 6 – месторождения и рудопроявления: 1 – Ширяевское, 2 – Нижнемамонское, 3 – Артюховское, 4 – Подколodное, 5 – Юбилейное, 6 – Северо-Бычковское, 7 – Мартовское, 8 – Коммунское, 9 – Бычковское; **Г)** – Положение в северной части Лосевско-Мамонской зоны Астаховско-Большемартыновского рудного района с рудопроявлениями: 1 - Шишовское, 2 - Астаховское, 3 - Песковатское, 4 - Икорецкое, 5 – ольше-мартыновское.

МИНЕРАГЕНИЯ ДОКЕМБРИЯ

Таблица. Химический состав аподунитовых и апоперидотитовых серпентинитов [1,4]

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Большемартыновский массив											
1	39,07	0,61	1,76	11,35	6,56	0,17	38,65	1,06	0,12	0,12	0,21
2	40,38	0,68	1,73	10,00	7,52	0,26	37,44	1,61	0,12	0,06	0,21
3	42,04	0,71	1,40	6,63	9,70	0,26	37,24	1,61	0,12	0,09	0,21
4	39,76	0,60	2,01	9,28	7,80	0,19	38,41	1,33	0,12	0,12	0,19
5	39,87	0,73	1,48	10,67	7,45	0,25	38,55	0,80	0,02	0,06	0,13
6	40,84	0,58	2,06	8,01	7,32	0,26	39,86	0,82	0,01	0,00	0,25
7	39,67	0,18	1,99	9,29	7,09	0,24	37,47	3,57	0,02	0,00	0,13
Нижнемамонское месторождение											
10	41,77	0,25	1,71	8,74	7,63	0,21	36,68	2,86	0,00	0,00	0,15
11	40,76	0,36	0,56	9,80	5,98	0,39	38,27	3,57	0,06	0,06	0,19
14	40,84	0,22	0,26	9,97	6,40	0,11	40,64	1,39	0,01	0,00	0,01
15	41,60	0,16	0,41	9,43	8,11	0,12	36,74	2,74	0,09	0,41	0,18
18	39,45	0,30	1,49	9,51	7,14	0,26	40,18	1,49	0,01	0,00	0,17
19	42,77	0,28	1,09	5,76	6,21	0,16	38,70	4,31	0,00	0,00	0,49

Примечание: анализы приведены к 100%.

Выявленная в процессе заверочного бурения сульфидная медно-никелевая минерализация представлена преимущественно матричными вкрапленниками руд. Они имеют обычный для руд мамонского типа месторождений халькопирит (3-8 отн.%) –пентландит (5-10%)-пирротиновый (75-85%) и реже пентландит (3-5%)-пирит (до 10%)- пирротиновый (до 90%) состав. Минеральный состав сульфидной минерализации Большемартыновского массива обнаруживает значительные черты сходства с рудами мамонского типа месторождений, отличаясь (в рамках установленного оруденения) более низкими содержаниями Ni, Cu МПГ. В известной мере близким оказывается и состав руд, в которых наряду с обычными для месторождений этого типа минералами (моноклинный и гексагональный пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит, хромшпинелиды), в них присутствуют валлерит, макиновит, пирит, кубанит, галенит, сфалерит, молибденит, редкие зерна сульфоарсенидов Ni, Co и др. Среди этих минералов лишь пирротин, халькопирит, пентландит, магнетит, хромшпинелиды являются главными, остальные имеют вторичное значение.

В условиях закрытого региона в оценке принадлежности Большемартыновского массива к потенциально рудоносному особое значение приобретают исследования химического состава рудовмещающих пород. Сравнительный их анализ с типовым Нижнемамонским месторождением показывает значительные черты сходства по основным петрогенным компонентам (табл.), что проявляется в полном совпадении полей составов ультрамафитовых пород.

Выполненные исследования позволили установить комплекс прогнозно-оценочных признаков, свидетельствующих о потенциальной рудоносности одного из крупнейших в Хоперском мегаблоке ВКМ Большемартыновского плутона. Достоверность этого вывода подтверждается: а) общностью структурного положения плутона в общей трансоровой модели формирования интрузивно-дайковой никель-платиноносной рудонесущей системы мамонского типа над мантийным плюмом крупного Хоперского мегаблока в условиях рассеянного спрединга; б) значительной аналогией внутреннего строения и состава слагающих его трех последовательно сформировавшихся породных ассоциаций с эталонным Нижнемамонским интрузивом, вмещающим промышленные залежи сульфидных платиноидно-медно-никелевых руд; в) преимущественной приуроченностью вскрытого единичными скважинами сульфидной медно-никелевой минерализации к ранним наиболее обогащенным оливином ультрамафитовым дифференциатам и однотипный с рудами Нижнемамонского месторождения комплексом главных, второстепенных и редких минералов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №= 08-05-0093-р-офи) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 г.».*

### Литература

1. Гордейченко Л.В. Петрохимические черты сходства Большемартыновского плутона и Нижнемамонского месторождения (ВКМ). Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2008. Серия геология №2. С. 102-108.
2. Фролов С.М. Генетические типы базит-гипербазитовых интрузий мамонского комплекса ВКМ и их взаимоотношение // Вопросы геологии и металлогении докембрия Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. С. 61-33.
3. Чернышов Н.М. Сульфидные медно-никелевые месторождения юго-востока Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1971. 312 с.
4. Чернышов Н.М. Химические составы ультраосновных и основных пород докембрия Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1972. 240 с.
5. Чернышов Н.М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия). Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. 448 с.
6. Чернышова М.Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. 368 с.
7. Чернышова М.Н. Петролого-геохимические и структурно-вещественные критерии прогноза и оценки интрузивно-дайковой системы мамонского типа на сульфидные платиноидно-медно-никелевые руды // Отечественная геология, 2006. -№ 4. С. 25-32.
8. Чернышова М. Н. Сульфидные платиноидно-медно-никелевые и никель-кобальтовые руды в дайково-жильных комплексах и метасоматитах Воронежского кристаллического массива (Центральная Россия) // Литосфера, 2006. № 3. С. 71-82.

## Минерагения северо-западной зоны Фенно-Карельского кратона

Горьковец В.Я., Раевская М.Б.

Учреждение Российской академии наук Институт геологии Карельского научного центра РАН,  
г. Петрозаводск, e-mail: gorkovet@krc.karelia.ru

Проблема выявления новых крупных и комплексных месторождений полезных ископаемых относится к одной из приоритетных для всех стран, так как сырьевая база практически всех видов полезных ископаемых базируется на запасах таких месторождений. Причем, важнейшей научной проблемой является установление условий формирования крупных и комплексных месторождений. При этом необходимо дать ответ на вопрос о причинах возникновения таких месторождений, определить их генезис, геодинамику, физико-химические и палеогеографические обстановки. Ответ на эти вопросы позволяет осмыслить теоретическую основу формирования крупных комплексных месторождений и дать оптимальный геологический прогноз на их поиски.

В геологическом отношении среди древнейших структур Фенноскандинавского щита наиболее продуктивными являются раннедокембрийские архейские зеленокаменные пояса с характерными особенностями минерагении и формационного состава. Исследования полихронных геологических комплексов в пределах северо-западной части Фенно-Карельского кратона, выполненные на структурно-формационной основе с учетом результатов геолого-геофизических работ по глубинному строению земной коры, позволили определить эволюцию важнейших рудоносных геологических структур и выявить общие региональные закономерности размещения важнейших видов полезных ископаемых.

В пределах западной части Фенно-Карельского кратона развита система зеленокаменных поясов с полихронной минералогической специализацией (рис.). Зеленокаменные пояса Костомукшский и Кухмо-Суомуссалми, оконтуривающие раннеархейский Вокнаволоцкий блок, объединены в систему зеленокаменных поясов Маанселькя с характерным формационным составом супракрупных образований и определенным рядом полезных ископаемых.

Одним из наиболее изученных и перспективных является Костомукшский зеленокаменный пояс, к которому приурочен комплекс полихронных полезных ископаемых. Здесь расположено крупнейшее на Фенноскандинавском щите Костомукшское железорудное месторождение. Наличие запасов железных руд Костомукшского рудного района относительно утвержденных запасов железных руд месторождений мира составляет 1,04%, что позволяет отнести это месторождение к весьма