

ДАЙКИ БОЛЬШЕМАРТЫНОВСКОГО МНОГОФАЗНОГО ПЛУТОНА ВОРОНЕЖСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА (ТИПЫ, СОСТАВ, ВОЗРАСТНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ И РОЛЬ В ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ НИКЕЛЕНОСНОСТИ)

М. Н. Чернышова, Л. В. Гончарова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 25 сентября 2009 г.

Аннотация. В пределах Большемартиновского массива установлена высокая степень насыщения его дайковыми образованиями, характеризующимися принадлежностью к различным петролого-генетическим типам и широким спектром породных групп, семейств, видов и разновидностей.

Впервые в структуре плутона установлены нориты еленского никель-платиноидного комплекса. В совокупности полученные результаты расширяют перспективы плутона на установление промышленно значимых рудных залежей полигенной природы.

Ключевые слова: Воронежский кристаллический массив, Хоперский мегаблок, Большемартиновский массив, мамонский, еланский комплексы, дайковые образования, минералогия, петрография, рудоносность.

Abstract. Within the limits of Bolshemartinovsky massif it is certain the high degree of satiation by dyke formations, characterized belonging to the different petrologo-genetic types and wide spectrum of rocs groups, families, kinds and varieties. At the first time in the structure of massif set norites of elan nikel-platinoidnoid complex. In the aggregate got results are extended by the prospects of pluton on establishment industrially of meaningful ore beds of multi genesis nature.

Key words: Voronezh crystalline massif, Khoper megablock, Bolshemartinovsky massif, Mamon, Elan types, dyke formations, mineralogy, petrography, ore occurrence

Все известные сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения и многочисленные разномасштабные рудопроявления Воронежского кристаллического массива (ВКМ) пространственно и генетически связаны с двумя никель-платиноидными комплексами: мамонским дунит-перидотит-габброноритовым зон рассеянного спрединга (2100–2080 ± 10 млн лет) [1–3] и еланским ортопироксенит-норит-диоритовым реактивизированных позднеархейских структур (2065–2050 ± ± 14 млн лет) [4]. Пространственно они целиком располагаются в раннекарельском Воронцовском эпикратонном прогибе Хоперского мегаблока.

Одним из существенных элементов сульфидно-медно-никелевых месторождений этих типов яв-

ляются дайковые образования, которые представляют исключительный интерес для возрастного расчленения, условий формирования никеленосных комплексов и оценки их металлогенического потенциала. Особенно широко дайки развиты в составе мамонского комплекса с известными (Нижнемамонским, Подколодновским, Юбилейным) месторождениями.

1. Структурно-вещественные типы интрузий мамонского комплекса и общие закономерности их размещения

В составе платиноносной дунит-перидотит-габбро-норитовой формации (мамонский комплекс) выделяется несколько групп (типов) интрузивных тел, сформировавшихся, вероятно, в условиях неодинаковых уровней магмогенерации

или очаговых зон и различающихся по структурному положению, составу породных групп и минеральных парагенезисов, полноте дифференцированности, степени рудоносности [5, 6, 2, 7]: 1) ранние ультрамафитовые высоко- ($MgO > 30\%$) и умеренномагнезиальные ($20 < MgO < 30\%$) в разной мере дифференцированные, бесполовошпатовые (мамонский тип); 2) ультрамафит-мафитовые умеренно магнезиальные ($8 < MgO < 30\%$) камернодифференцированные (расслоенные) с амфибол (титанистая роговая обманка) – плагиоклазсодержащими ультрамафитами (ширяевский тип); 3) ультрамафит-мафитовые (фазные) камернодифференцированные (елань-вязовский тип); 4) слабодифференцированные с неуставленным оруденением и недифференцированные безрудные габброноритовые, габбровые и габбро-диоритовые ($MgO < 8\%$) интрузивы (каменский тип), завершающие становление всей рудоносной формации. В особую группу выделяются роговообманковые платиносодержащие титаносные габбро (TiO_2 до 4,2 %) моховского типа [2, 8].

Исключительно высокая степень насыщения ультрамафит-мафитовыми и мафитовыми интрузивно-дайковыми породными ассоциациями является, вероятно, следствием существования в пределах крупного ($375 \times 475 \text{ км}^2$) Хоперского мегаблока ВКМ магматических систем, развивающихся над головными частями мантийного суперплюма с возникновением над его поднимающейся поверхностью локальных плюмов. В соответствии с известной моделью формирования ВКМ в раннем протерозое последние концентрировались в трех достаточно протяженных зонах их рассеянного спрединга (рис. 1): а) Западной (Лосевско-Мамонской) с широким проявлением интрузивно-дайковых тел мамонского типа; б) Центральной (Озерковско-Ширяевской), в пределах которой развиты интрузивно-дайковые образования ширяевского и каменского типов; в) Восточной (Елань-Эртыльской) с многообразными плутонами елань-вязовского типа мамонского комплекса и многочисленными интрузивно-дайковыми 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-дайковым 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 размещается над восходящими потоками [9], образуя своеобразные высокопродуктивные рудномагматические системы (РМС).

С этими системами связано формирование двух рудных регионов: а) Мамонско-Подколдновского с известными месторождениями (Нижнемамонское, Подколдновское, Юбилейное) и многочисленными рудопроявлениями (Артюховское, Северо-Бычковское, Мартовское, Коммунальное и др.); б) Астаховско-Большемартыновского с рядом разномасштабных (в том числе промышленно значимых) рудопроявлений (Астаховское, Шишовское, Песковатское, Икорецкое, Большемартыновское) (рис. 1).

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

2. Положение Большемартыновского плутона в структуре Хоперского блока и особенности его строения

В этой зоне особый интерес представляет один из крупнейших ($40,5 \text{ км}^2$) Большемартыновский плутон (рис. 2). Выполненные исследования по данному плутону позволили выявить ряд структурно-вещественных, минерально-петрографических, петрохимических и рудно-геохимических признаков, присущих промышленно рудоносным интрузивам мамонского комплекса.

Внутренняя структура Большемартыновского массива подобна интрузиву Нижнемамонского месторождения и определяется наличием трех последовательно сформировавшихся групп породных ассоциаций: а) мамонской-бесполовошпатовой ультрамафитовой (серпентинизированные дуниты, гарцбургиты, лерцолиты, оливинные пироксениты и горнблендиты); б) ширяевской ультрамафит-мафитовой (титанистороговообманковые перидотиты, пироксениты, габбронориты, габбро); в) каменской (габбронориты, габбро, габбро-диориты и диориты). Каждая из этих породных групп в пределах плутона слагает автономные тела.

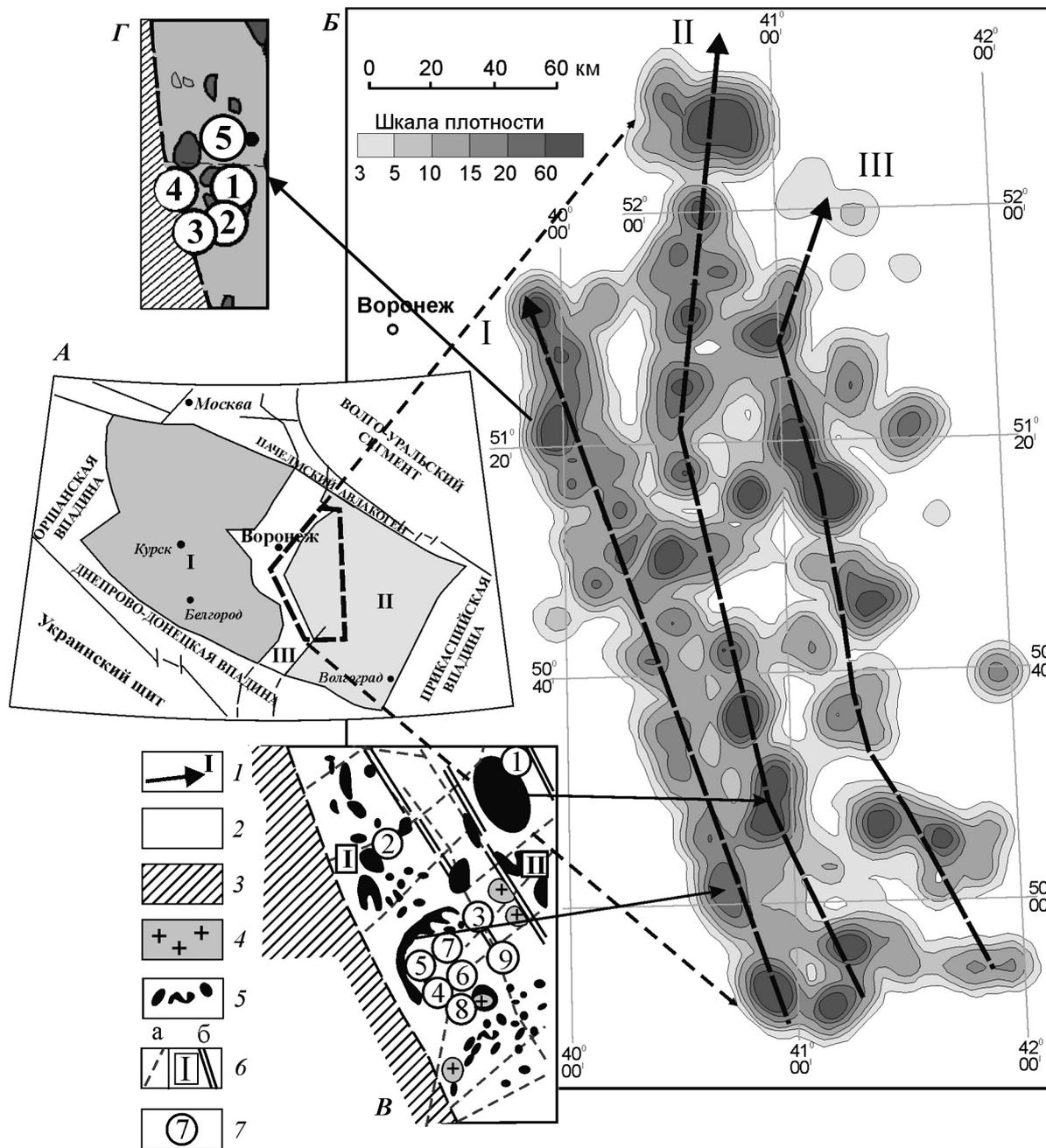


Рис. 1. Положение Большемартыновского плутона на схеме размещения никель-платиноносных интрузивно-дайкивых тел мамонского комплекса в структуре ВКМ [по Чернышовой М. Н. с дополнениями]: А – схема структурно-формационного районирования ВКМ: I – мегаблок КМА; II – Хоперский мегаблок; III – Лосевская шовная зона; Б – плотность распределения интрузивно-дайкивых тел мамонского никель-платиноносного комплекса и направление осевых структур (I) 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-Подколodновского рудного района: 2 – песчаниково-сланцевые отложения воронцовской серии; 3 – вулканогенно-осадочные отложения лосевской серии (в пределах Лосевской шовной зоны); 4 – гранитоиды бобровского комплекса; 5 – ультрамафит-мафитовые интрузивно-дайкивые тела мамонского никель-платиноносного комплекса; б – тектонические нарушения (а) и границы зон (б): I – Западная (Лосевско-Мамонская), II – Центральная (Озерковско-Ширяевская); 7 – месторождения и рудопроявления: 1 – Ширяевское, 2 – Нижнемамонское, 3 – Артюховское, 4 – Подколodновское, 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 – Большемартыновское

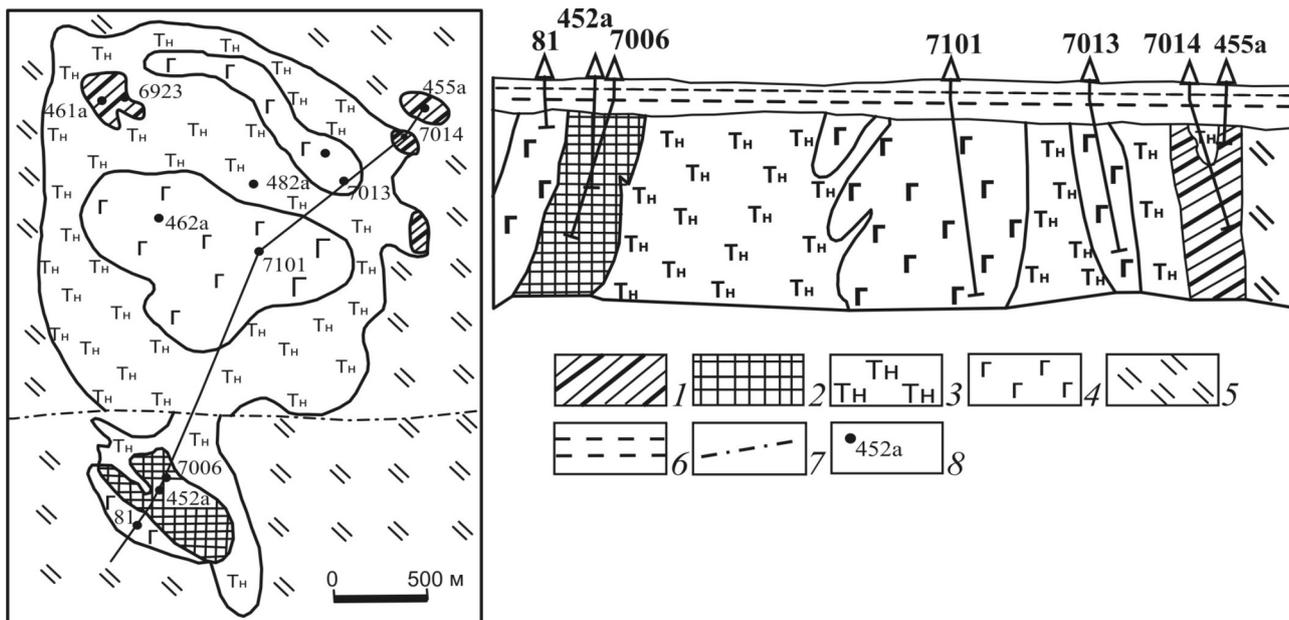


Рис. 2. Схематическая геологическая карта и разрез Большемартыновского интрузива [по Фролову С. М., Молоткову С. П., Багдасаровой В. В.]: 1–4 – породные ассоциации мамонского (1), ширяевского (2–3) и каменского (4) типов; породы воронцовской серии (5) и осадочного чехла (6); 7 – тектонические нарушения; 8 – скважины и их номера

Ранней рудонесущей породной ассоциации свойственны [7, 10]: а) последовательное увеличение железистости оливина (Fa_{14-32}), ортопироксена (Fs_{12-30}) и клинопироксена (Fe_{3-15}), интенсивно замещенных серпентином, тальком, амфиболами, хлоритом и карбонатами; б) существенные количества в составе акцессорной минеральной ассоциации пирротина, халькопирита, пирита, пентландита – типичных минералов сульфидно-медно-никелевых руд мамонского типа; в) отчетливо выраженная тенденция возрастания концентраций Ni, Co, Cu и S по мере увеличения содержания MgO.

Минералого-петрогеохимическими признаками ультрамафитов и мафитов ширяевской породной группы выступают: а) повышенная железистость темноцветных минералов (оливин- Fa_{19-50} , ортопироксен- Fs_{23-50} , клинопироксен- Fe_{10-20}); б) постоянное присутствие в породах титанистой роговой обманки (TiO_2 до 8–10 мас. %); в) оксидно (магнетит, титаномагнетит)-сульфидный (пирротин, пирит иногда халькопирит) тип рудной и акцессорной минеральной ассоциации; г) невысокие концентрации Ni, Co, Cu и существенно пирротиновый тип оруденения при повышенном содержании Pd (до 1,5 г/т).

Мафиты завершающей фазы становления мамонского комплекса содержат ксенолиты пород мамонского и ширяевского типов интрузивов.

В целом эта породная ассоциация обнаруживает высокую степень минералого-петрографической и петрогеохимической комплиментарности с мафитами дифференцированных интрузивов [11].

Выявленная в процессе заверочного бурения сульфидная медно-никелевая минерализация в породах Большемартыновского интрузива приурочена преимущественно к ранней породной ассоциации, а также к оливинсодержащим, титанисто-роговообманковым пироксенитам и представлена преимущественно матричными вкрапленниками руд. В первом случае им присущ 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 %) составы. В титанисто-роговообманковых пироксенитах руды отличаются пятнистым текстурным обликом, находятся в тесном пойкилитовом сростании с амфиболом и имеют существенно пирротиновый малоникеленосный состав.

Химический состав сульфидной минерализации Большемартыновского массива значительно схож с составом руд мамонского типа месторождений, отличаясь (в рамках установленного оруденения) более низкими содержаниями Ni, Cu, МПГ. Близким оказывается и минеральный состав руд, в которых наряду с обычными для месторождений этого типа минералами (моноклинный и гексаго-

нальный пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит, хромшпинелиды) 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.

В условиях закрытого региона в оценке принадлежности Большемартыновского массива к потенциально рудоносному особое значение приобретают исследования данных образований и сравнение их с типовым месторождением мамонского типа.

3. Дайковые образования Большемартыновского плутона

3.1. Петролого-генетические типы даек мамонского никель-платиноидного комплекса

В пределах месторождений, рудопроявлений и массивов мамонского комплекса выделяются две специфические дайковые ассоциации. Каждая из них включает по существу две формационно-генетические разнородные породные группы. Первая из них, сопряженная со становлением никель-платиноносных комплексов, представлена: а) дайковыми телами-апофизами интрузивных эквивалентов во вмещающих породах (перимагматические дайки, или дайки-апофизы конечного внедрения [7]); б) жильными отщеплениями интеркумулусного расплава автономно кристаллизующихся никель-платиноносных рудномагматических систем (интрамагматические дайки [12]). Ко второй группе относятся дайки более поздних, различных по формационной принадлежности комплексов, а также гетерогенные по своей формационной природе и составу лампрофиры [13].

Наиболее полно эти формационно и петролого-генетически разнородные группы дайковых пород прослеживаются в пределах различных структурно-вещественных типов интрузий мамонского комплекса (табл.; [14]). Помимо перимагматических и обширного ряда интрамагматических даек (орто- и клинопироксениты, горнблендиты, габбро, микрогаббро, габбро-порфириды, диоритовые порфириды, диориты, биотит-плагиоклазовые породы, плагиоклазиты) в ультрамафит-мафитовых интрузивах мамонского комплекса постоянно присутствуют разнообразные дайковые породы, связанные с более поздними магматическими комплексами (еланским, бобровским) и являющиеся, по существу, дайками-апофизами.

Характерной особенностью ультрамафит-мафитовых пород является высокая степень насыщен-

ности (до 6,6 об. %) и разнообразных по составу (до 17 видов и разновидностей), включая широкий спектр групп (ультраосновных, основных, средних и кислых), семейств (пироксениты, горнблендиты, габброиды, диориты, гранодиориты, граниты, лампрофиры) даек [7].

3.2. Типы дайковых пород Большемартыновского плутона

В пределах Большемартыновского массива, как и в промышленных никеленосных интрузивах, установлен широкий спектр дайковых пород различных групп, видов и разновидностей.

В целом в массиве наиболее распространены жильные отщепления, связанные с формированием породных групп мамонского, ширяевского и каменского типов. В разрезе скважины 6912 на глубине около 400 м проходки установлено свыше 20 даек титанисто-роговообманковых пироксенитов суммарной мощностью 52 м (13 % объема вскрытых пород). В той же скважине вскрыты плагиоклаз-биотит содержащие горнблендиты ширяевского типа. Жильные вебстериты и плагиоклаз-биотит содержащие горнблендиты вскрыты и в скважине 7006, в которой, кроме того, среди оливиновых и безоливиновых пироксенитов, роговообманковых габброидов встречаются дайки титанисто-роговообманкового габбро, представляющие собой, вероятно, интеркумулусные образования.

В свою очередь среди интрузивных породных ассоциаций мамонского и ширяевского типов широко развиты дайки-апофизы габброноритов, габбро и габбро-диоритов каменского типа. Среди самих габброноритов и габбро отмечаются их интеркумулусные производные – микрогаббро и микрогаббронориты (скв. 7006/570,0; 7101/900,0), а также диориты и диоритовые порфириды (7014/672,0). Подобно другим никеленосным интрузивам мамонского комплекса, для Большемартыновского плутона характерно широкое развитие лампрофиров (исситы, спессартиты и керсантиты; (скв. 7006, 6923, 455а и др.)).

В процессе исследования впервые в Большемартыновском массиве (скв. 6923) были обнаружены нориты, которые, как будет показано далее, по минералого-петрографическим и другим признакам принадлежат к породам еланского комплекса. Эти данные свидетельствуют о том, что становление Большемартыновского плутона охватывает значительный временной интервал, что подтверждается, с одной стороны, наличием трех породных интрузивных ассоциаций и их жильных производных, а

Петролого-генетическая классификация дайковых образований
мамонского никель-платиноносного комплекса [по 7]

Структурно-вещественные типы интрузивов мамонского комплекса	Группы дайковых образований		
	А		Б
	Сингенетические (комагматичные мамонскому комплексу). Генетически связанные с главной интрузивной фацией (структурно-вещественным типом интрузивов)		Дайковые образования, связанные с более поздними магматическими комплексами других формационных типов
дайки-апофизы интрузивных эквивалентов во вмещающих породах (перимагматические дайки)	дифференциаты собственно интрузивных фаз – жильные отщепления (интрамагматические дайки)		
1. Ультрамафитовые (бесполовошпатовые) в разной мере дифференцированные (мамонский тип)	Дайки (иногда силлы) амфиболизированных, серпентинизированных мелкозернистых ультрамафитов мамонского типа во вмещающих породах воронцовской серии (по составу однотипны ультрамафитовым дифференциатам мамонского типа интрузий)	Мелкозернистые плагиоклаз-роговообманковые, роговообманковые, иногда биотит-содержащие клинопироксениты (вебстериты, диопсидиты), ортопироксениты, пироксеновые горнblendиты. Силлы и дайки породной ассоциации ширяевского и мафитов каменского типов, лампрофиры	Нориты порфиroidные (ед. случаи; еланский (?) комплекс). Гранодиориты, плагиограниты и их пегматиты, граниты (биотитовые, биотит-микроклиновые, мусковитовые и др.), их пегматоидные разновидности и пегматиты, аплиты, плагиоклазиты (альбититы) бобровского комплекса
2. Ультрамафит (плагиоклаз-титанисто-роговообманковые) – мафитовые дифференцированные (ширяевский тип)	Мелкозернистые по структуре, однотипные по составу с интрузивными породами ширяевского типа жильные тела (дайки, силлы) во вмещающих породах воронцовской серии; иногда в ультрамафитовых телах мамонского типа	Мелкозернистые титанисто-роговообманковые плагиопироксениты, роговообманковые, титанисто-роговообманковые (иногда пегматоидные) габбро, микрогаббро, габбро-порфириты, пироксеновые и плагиоклазовые горнblendиты (с титанистой роговой обманкой), диоритовые порфиры (в том числе с титанистой роговой обманкой), плагиоклазиты	Плагиограниты, граниты (биотитовые, биотит-микроклиновые), их пегматоидные разновидности и пегматиты, плагиоклазиты (альбититы) бобровского комплекса
3. Ультрамафит (плагиоклазсодержащие) – мафитовые сложнотифференцированные (елань-вязовский тип)	Мелкозернистые по структуре и однотипные по составу с интрузивными породами елань-вязовского типа жильные тела (дайки, силлы) во вмещающих породах воронцовской серии	Микрогаббро (?), габбро-порфириты, диоритовые порфириты, биотит-плагиоклазовые породы, плагиоклазиты	Ортопироксениты, нориты, норит-порфириты, диоритовые порфириты, диориты еланского комплекса; гранодиориты, биотит-микроклиновые граниты и их пегматоидные разновидности, пегматиты бобровского комплекса
4. Мафитовые недифференцированные (каменский или донской тип)	Мелкозернистые по структуре, однотипные по составу с интрузивными породами донского типа жильные тела (дайки, силлы) во вмещающих породах воронцовской серии и интрузивах мамонского типа	Роговообманковые габбро, габбро-порфириты, габбро-пегматиты, плагиопорфириты, плагиогорнblendиты, габбродиориты, диоритовые порфириты, биотит-плагиоклазовые породы, плагиоклазиты, лампрофиры	Нориты, норит-порфириты, диоритовые порфириты, диориты еланского комплекса; плагиоклаз-микроклиновые и микроклиновые граниты, их пегматоидные разновидности, пегматиты, аплиты, плагиоклазиты (альбититы) бобровского комплекса

с другой – существенно оторванных во времени жил норитов еланского комплекса и гранитоидов бобровского комплекса, а также лампрофиров.

3.3. Минералого-петрографические особенности дайковых образований

Как отмечалось, характерной особенностью жильных пород промышленно-никеленосных интрузий мамонского комплекса является широкое развитие даек ультраосновного, основного, среднего и кислого составов, а также лампрофиров. Эти группы пород в полной мере характерны и для Большемартыновского плутона (рис. 3).

Группа дайковых пород ультраосновного и основного составов. Среди Большемартыновского плутона дайки упомянутого состава значительно преобладают над другими жильными образованиями. Различные по мощности (от 0,2 до 10–12 м) жильные тела *пироксенитов* располагаются среди лерцолитов и оливинроговообманковых пироксенитов, пироксенитов и горнblendитов. В большинстве случаев массивные и иногда такситовые средне- и преимущественно мелкозернистые жильные пироксениты имеют отчетливые контакты и контрастно выделяются своим мелкозернистым обликом.

Тесная пространственно-временная ассоциация с различными ультрамафитовыми интрузивными дифференциатами заметно сказывается на количественно-минеральном составе жильных пироксенитов, среди которых выделяются: а) *ортопироксениты* (оливиновые и безоливиновые бронзититы, об. %): ортопироксен – 80,0–95,0 (87,5), оливин – 10,0, клинопироксены – 1,0–5,0 (2,5), роговая обманка – 2,0–3,0, ± биотит, рудные

(магнетит, хромшпинелиды, сульфиды) – 1,0–3,0, вторичные минералы (серпентин, тремолит, актинолит ± хлориты, тальк, карбонаты); б) *вебстериты* (роговообманковые плагиоклазсодержащие, роговообманково-плагиоклазовые): пироксены моноклинные – 50,0–75,0 (58,0) и ромбические – 10,0–15,0, иногда до 25,0 (13,5), ± оливин, роговая обманка – 1,0–10,0 (5,7), плагиоклаз – 0,0–3,0 (иногда до 10,0–15,0) ± биотит, апатит, рудные (сульфиды, магнетит ± хромшпинелиды) – 1,0–3,0 и вторичные (тремолит, актинолит, серпентин, хлориты) минералы – 1,0–5,0; Структура пироксенитов обычно гип- и панидиоморфнозернистая.

Состав минералов жильных пироксенитов близок одноименным минералам пироксенитов интрузивной фации. Ортопироксен принадлежит преимущественно бронзиту (Fs_{12-26}); оливин во вrostках и мелкоагрегатных скоплениях – хризолиту (Fa_{14-23}), обычно замещенному серпентином (± тальк); среди моноклинных пироксенов преобладает диопсид ($En_{44-46}Wo_{49-47}Fs_{5-7}$). Плагиоклаз-лабрадор-битовнит (An_{58-73}). Обыкновенная зеленая и зеленовато-бурая ($f = 25-40$ мол. %) и реже (вебстериты) титанистая светло-коричневая и бурая ($f = 38-40$ мол. %) роговые обманки в ассоциации с биотитом и рудными минералами размещаются в интерстициях пироксенов, корродируя их.

Наиболее характерными особенностями *горнblendитов* Большемартыновского плутона, как и других промышленно рудоносных интрузивов мамонского комплекса [7] являются: а) полное отсутствие в их составе оливина; б) принадлежность основной массы амфиболов к титанистой роговой обманке ($f = 35,0-59,0$ мол. %); в) несколько повышенная железистость моноклинного

($En_{48}Wo_{40}Fs_{12}$) и ромбического (Fs_{23-29}) пироксенов, присутствующих как в пойкилитовых вrostках, так и агрегатных скоплениях в интерстициях кристаллов амфиболов; г) широкое развитие плагиоклазов (An_{55-32}) со сложными законами двойникования, которые кроме того образуют в горнblendитах гнездообразные скопления и беспорядочно ориентированные прожилки (2,0–5,0 см); д) постоянное присутствие биотита ($f = 28,0-40,0$ мол. %).

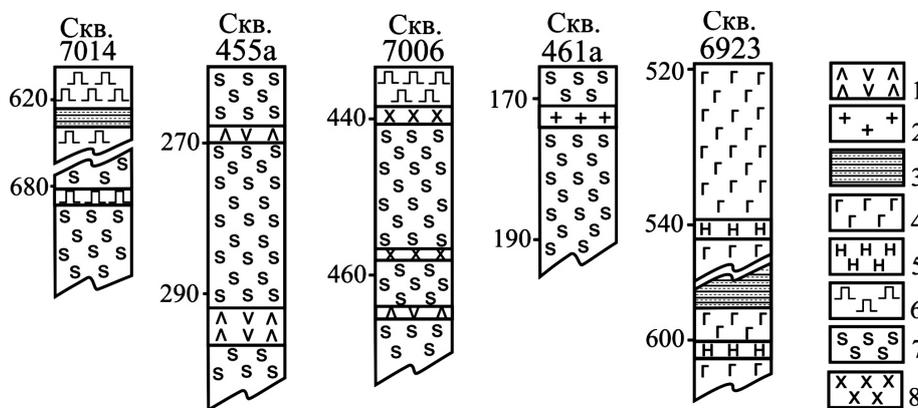
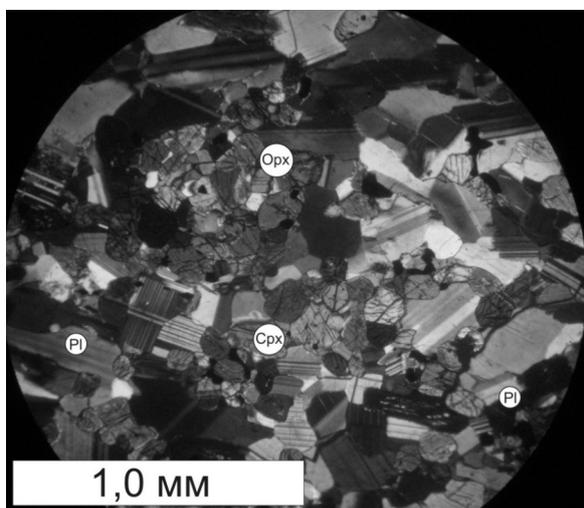


Рис. 3. Положение некоторых типов дайковых пород в скважинах Большемартыновского плутона: 1 – спессартиты и керсантиты; 2 – граниты; 3 – горнblendиты; 4 – габбро; 5 – нориты; 6 – пироксениты (оливиновые и безоливиновые); 7 – перидотиты, серпентиниты; 8 – диориты

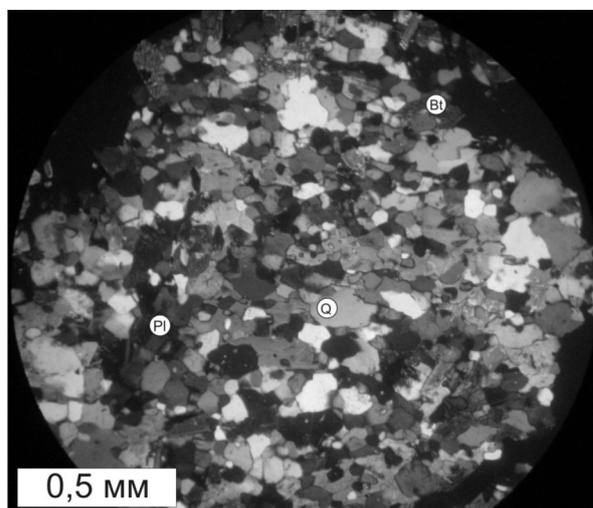
Микрогаббро и реже встречающиеся микрогаббронориты (рис. 4а) представляют собой мелкозернистые пироксен-плагиоклазовые (\pm роговая обманка, биотит) породы преимущественно габбровой структуры. Они характеризуются практически однотипным с вмещающими их мафитами минеральным составом (об. %, см. табл.): мелкопризматический плагиоклаз (An_{50-60}) – 70,0–68,0 (66,0), мелкозернистый ромбический (Fs_{38-40}) – 3,0–30,0 (26,0) и моноклинный ($En_{45}Wo_{43}Fs_{12}$) – 4,0–25,0 (6,0) пироксены, биотит – 1,0–3,0 (1,2), кварц – 0,5–1,0 (0,6), роговая обманка – 0,5–2,5. Микрогаббронориты, секущие ультрамафиты, иногда содержат изометричные зерна (0,1–0,5 мм) серпентинизированного оливина (Fa_{35-40}).

Дайковые породы среднего состава. В группе дайковых пород среднего состава Большемартыновского интрузива ведущая роль принадлежит *диоритам* (рис. 4б). С вмещающими их интрузивными породами дайки диоритов имеют отчетливо секущие взаимоотношения. Преобладающими по количественно минеральному составу являются биотит-роговообманковые и характеризующиеся следующим составом (об. %): плагиоклаз – 50,0–80,0 (70,5), биотит – 5,0–20,0 (10,5), роговая обманка – 10,0–30,0 (17,0) \pm микроклин.

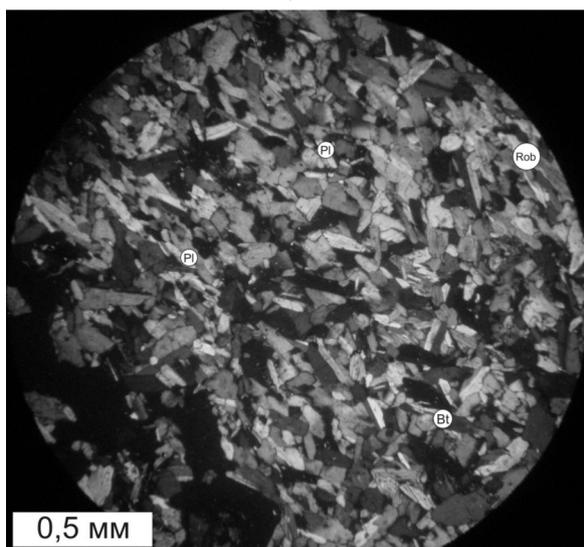
В группе средних по составу жильных пород *диоритовые порфириты* в количественном отношении значительно уступают дайкам диоритов. Как и в пределах месторождений [7], они представлены



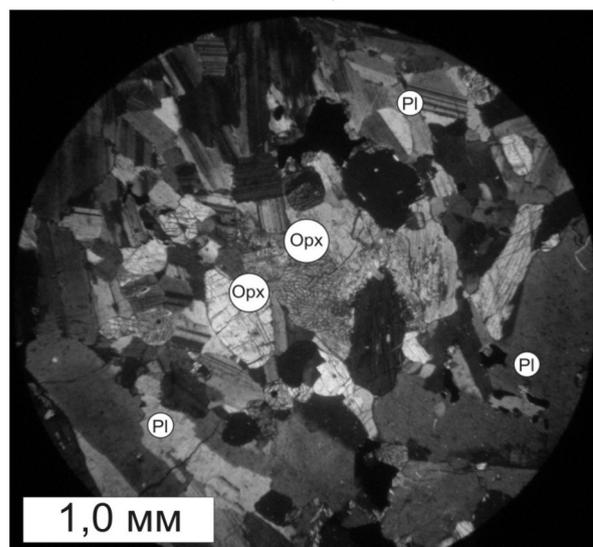
а)



б)



в)



г)

Рис. 4. Некоторые типы дайковых пород: а) микрогаббронорит (скв. 7101/900,0); б) диорит (скв. 7006/440,0); в) спессартит (6923/223,5); г) норит (6923/601,0). Фото в скрещенных николях

преимущественно бескварцевыми биотит-роговообманковыми разновидностями с отчетливо выраженной порфировой структурой. На фоне мелко-тонкозернистой кварц-полевошпатовой (\pm биотит, роговая обманка, обычно хлоритизированные) основной массы, составляющей до 40 % объема породы, отчетливо выделяются таблитчатого облика вкрапленники полизонального (An_{40-35} – ядро, An_{23-20} – краевая часть), таблитчато-призматического (до 1,5–2,0 мм) и лейстовидного полисинтетически сдвойникового обычно серицитизированного плагиоклаза (35,0–45,0 %), частично замещенной хлоритом зеленовато-бурой и зеленой ($f = 25,0-45,0$ мол. %) роговой обманки (до 25,0–30,0 %), буровато-коричневого ($f \sim 35,0$ мол. %) таблитчато-чешуйчатого биотита с вростками апатита и циркона. На долю вторичных (хлорит, тремолит, актинолит, серицит, цоизит, карбонаты), рудных и аксессуарных (оксиды Ti, Fe; сульфиды, лейкоксен, апатит, циркон) минералов приходится до 3,0–10,0 %.

Жильные породы кислого состава. Внешне жильные гранитоиды – это светло-серые и розовато-серые преимущественно мелко-, реже среднезернистые породы гранитной, гипидиоморфной, участками аллотриоморфнозернистой и неравномернозернистой с элементами пегматоидной и пойкилитовой (включения кварца, биотита \pm мусковит в плагиоклазе) структуры, массивной или слабо ориентированной текстуры. По данным количественно-минерального состава, как и в пределах промышленно-рудноносных интрузий [7], среди них выделяются: 1) *гранодиориты*: калиево-натриевый полевой шпат (Fsp) – 10,0–20,0 (13,3) об. %, плагиоклаз – 50,0–70,0 (57,5), биотит ~ 10 %; сульфиды – 1,0–2,0, оксиды Fe и Ti (~ 1), хлориты (по биотиту), карбонаты (до 3,0–5,0), циркон, турмалин (ед. зерна); 2) *плагиограниты*: Fsp – 1,0–6,6 (2,8, иногда до 10,0), плагиоклаз – 45,0–80,0 (63,7), кварц – 14,0–40,0 (26,5), биотит – 0,6–15,0 (6,0), \pm мусковит (до 1,5), рудные (магнетит, сульфиды – 1,0–2,0), хлориты (до 1,5–2,0), апатит, циркон; 3) *граниты*: Fsp – 16,7–30,0 (26,7), плагиоклаз – 30,0–42,0 (35,2), кварц – 25,0–42,0 (31,3), биотит – 2,9–10,0 (6,7), мусковит (1,0–3,0), сфен, магнетит, хлориты (по биотиту), апатит.

Лампрофиры (спессартиты и керсантиты). *Спессартиты* представляют собой темно-серые до черных мелко- и тонкозернистые (0,1–0,4 мм) породы массивной (с элементами ориентированной и субориентированной) текстуры (рис. 4в). Количественно-минеральный состав аналогичен соответствующим породам мамонско-

го типа промышленно никеленосных интрузивов [13] и характеризуется значительными вариациями (об. %) как главных – плагиоклаз – 15,0–55,0 (32,8), роговая обманка – 38,0–75,0 (56,8), так и второстепенных (биотит – от ед. зерен до 24,0 %, иногда кварца до 3,0–7,0 %, пироксена – ед. зерна до 3,0 %, калиевого полевого шпата – ед. зерна), вторичных (тремолит, актинолит, хлориты, карбонаты и серицит), рудных и аксессуарных (сульфиды, титаномагнетит, ильменит, апатит, циркон, сфен и др.) минералов. Значительно обогащенные роговой обманкой (более 80,0 %) разновидности спессартитов приближаются по составу к плагиоклазовым горнблендитам (иситам). Достаточно разнообразна и структура пород. Наряду с типично магматическими (лампрофировая, гипидиоморфнозернистая, гипидиоморфная с отчетливыми элементами порфиroidной, призматически-зернистая с элементами пойкилитовой), в них иногда проявляются наложенные (пойкилонематобластовая, лепидонематогранобластовая) структуры.

Керсантиты характеризуются серой, темно серой иногда до черной окраской, мелко- и тонкозернистым (0,1–0,5 мм) сложением; текстура массивная с элементами порфиroidной и субориентированной. При определяющей роли плагиоклаза и биотита количественно-минеральный состав их отличается заметными вариациями (об. %): плагиоклаз – 40,0–62,0 (52,0), биотит – 28,0–35,0 (30,7), роговая обманка – 3,0–10,0 (11,5); среди второстепенных и вторичных в различных количествах присутствуют хлориты (до 3,0–4,0 %), минералы тремолит-актинолитового ряда (ед. зерна – 1,0 %), карбонаты и серицит (0,5–1,5 %), кварц (0,2–5,0 %), единичные выделения ортопироксена (бронзита – Fs_{25}) и калиевого полевого шпата. Как и в рудоносных интрузивах [7, 13] рудная и аксессуарная минеральные ассоциации подобны спессартитам и представлены титаномагнетитом, ильменитом, магнетитом, рутилом, сфеном, хромшпинелидами, сульфидами (пирротин, иногда пирит, халькопирит, пентландит), апатитом, турмалином.

Как отмечалось, особый интерес в оценке перспектив рудоносности представляет впервые выявленные в Большемартыновском массиве жильные тела *норитов* (скв. 6923), которые по минерально-петрографическому составу идентичны одноименным породам еланского комплекса и ассоциирующихся с ним месторождений.

Жильные преимущественно лейко- и мезократовые нориты, отличающиеся от известных их интрузивных аналогов Еланского и Елкин-

ского месторождений [15] в целом более мелкозернистым сложением и практически полным отсутствием оливина, являются по существу биминеральными (ортопироксен + плагиоклаз) породами. Вместе с тем, постоянное присутствие в них биотита, амфиболов, кварца, клинопироксена позволяет выделить среди жильных норитов следующие разновидности: 1) *биотитовые* (об. %) – ортопироксен 35,0–50,0 (43,0), плагиоклаз – 35,0–52,0 (45,0), биотит – 5,0–10,0 (7,0), рудные – 0,0–8,0 (4,0); 2) *роговообманковосодержащие* (рис. 4г) – ортопироксен – 50,0, плагиоклаз – 30,0–35,0 (32,0), амфиболы – 7,0–10,0 (9,0), биотит – 2,0–5,0 (4,0), клинопироксен – 0,0–5,0 (3,0), рудные – 2,0–4,0 (3,0).

Таким образом, новые данные по дайковым породам Большемартыновского массива позволяют сделать следующие выводы. Подобно промышленно никеленосным интрузиям мамонского комплекса, Большемартыновский плутон характеризуется: а) сравнительно высокой степенью насыщенности дайками, являющимися производными трех выделенных интрузивных породных ассоциаций; б) среди жильных образований развиты по существу все присущие никель-платиноносным интрузивам петролого-генетические типы даек (перемагматические, жильные отщепления интеркумуляусного расплава трех интрузивных породных ассоциаций мамонского комплекса, дайки более поздних магматических комплексов и лампрофиров); в) разнообразием состава, включая широкий спектр групп (ультраосновных, основных, средних, кислых), семейств (пироксениты, горнблендиты, габброиды, диориты, гранодиориты, граниты, лампрофиры) дайковых образований.

Впервые вне пределов Елань-Эртильской зоны Хоперского мегаблока с известными месторождениями и многочисленными проявлениями сульфидных платиноидно-медно-никелевых руд в норитах (еланский тип) в Большемартыновском плутоне выявлены дайки пород, минералого-петрографический облик которых аналогичен рудоносным интрузивам. В совокупности с широким развитием присущих мамонскому типу месторождений дайковых образований наличие жильных норитов предопределяет возможность установления в пределах плутона промышленно значимых рудных залежей полигенной природы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-05-0093-р-офи), ГК № 02.740.11.0021) и ГК № П171.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербак Н. П. Уран-свинцовый возраст сингенетического циркона древнейших траппов юга Восточно-Европейской платформы / Н. П. Щербак, Н. М. Чернышов, А. Н. Пономаренко // Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки. – 1990. – № 8. – С. 27–30.
2. Чернышов Н. М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия) / Н. М. Чернышов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 448 с.
3. Чернышов Н. М. Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения еланского типа (геология, закономерности размещения, минералого-геохимические особенности руд, геолого-генетическая модель формирования) / Н. М. Чернышов // Вестн. ВГУ. Сер. Геология. – 1998. – № 5. – С. 120–151.
4. Чернышов Н. М. Уран-свинцовый возраст норит-диоритовых интрузий Еланского никеленосного комплекса Воронежского кристаллического массива / Н. М. Чернышов, Т. Б. Баянова, М. Н. Чернышова, Н. В. Левкович // Доклады РАН. – 1998. – Т. 359, № 1. – С. 98–101.
5. Фролов С. М. Генетические типы базит-гипербазитовых интрузий мамонского комплекса ВКМ и их взаимоотношения / С. М. Фролов // Вопросы геологии и металлогении докембрия Воронежского кристаллического массива. – Воронеж, 1976. – С. 61–66.
6. Чернышов Н. М. Типы никеленосных интрузий и медно-никелевого оруденения Воронежского массива / Н. М. Чернышов // Сов. геология. – 1986. – № 12. – С. 42–54.
7. Чернышова М. Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива / М. Н. Чернышова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 368 с.
8. Чернышова М. Н. Дайки никеленосных комплексов Воронежского кристаллического массива (формационно-генетические типы и пространственно-временные соотношения) / М. Н. Чернышова // Вестн. ВГУ. Сер. Геология. – 1996. – № 1. – С. 50–60.
9. Чернышова М. Н. Сульфидные платиноидно-медно-никелевые и никель-кобальтовые руды в дайково-жильных комплексах и метасоматитах Воронежского кристаллического массива (Центральная Россия) / М. Н. Чернышова // Литосфера. – 2006. – № 3. – С. 71–82.

10. Гордейченко Л. В. Петрохимические черты сходства Большемартыновского плутона и Нижнемамонского месторождения (ВКМ) / Л. В. Гордейченко // Вестн. ВГУ. Сер. Геология. – 2008. – № 2. – С. 102–108.

11. Гордейченко Л. В. Сравнительная петрохимическая характеристика пород Большемартыновского массива с одноименными породами мамонского типа месторождений (ВКМ) / Л. В. Гордейченко. – Воронеж : Воронежпечать, 2008. – С. 417–419.

12. Ефремова С. В. Дайки и эндогенное оруденение / С. В. Ефремова. – М., 1983. – 224 с.

13. Чернышова М. Н. Лампрофиры никеленосных интрузий ВКМ / М. Н. Чернышова // Вестн. ВГУ. Сер. Геология. – 1996. – № 1. – С. 66–79.

14. Чернышова М. Н. Дайки мамонского никеленосного комплекса и их соотношение с оруденением / М. Н. Чернышова. – Воронеж, 1999. – 121 с.

15. Чернышова М. Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Еланского типа и их соотношение с оруденением (Воронежский кристаллический массив) / М. Н. Чернышова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 184 с.

*Воронежский государственный университет
М. Н. Чернышова, доцент кафедры минералогии и петрологии
Тел. 8 (4732) 208-779*

*Voronezh State University
M. N. Chernyshova, assistant professor chair of
mineralogy and petrology
Tel. 8 (4732) 208-779*

*Л. В. Гончарова, аспирант кафедры минералогии и петрологии
Тел. 8 (4732) 207-966
E-mail: gordeichenko_l@mail.ru*

*L. V. Goncharova, post-graduate student chair of
mineralogy and petrology
Tel. 8 (4732) 207-966
E-mail: gordeichenko_l@mail.ru*