

ФОРМАЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ДАЕК ЕЛАНЬ-ВЯЗОВСКОГО ПЛУТОНА

М. Н. Чернышова, А. И. Овсянников

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 29 февраля 2012 г.

Аннотация. Общеизвестно, что дайки являются важнейшим структурно-вещественным и рудо-несущим компонентом магматических формаций и связанных с ними рудно-магматических систем. В статье приведены сведения о дайковых образованиях одного из крупнейших на ВКМ Елань-Вязовского ультрамафит-мафитового плутона, характеризующегося сложным дифференцированным строением, наличием двух фаз и пространственно совмещенных с ним магматических тел ортопироксенит-норит-диоритового еланского никель-платиноносного и бобровского гранитоидного комплексов. Такие особенности его внутреннего строения и состава отчетливо проявляются в многообразии формационно-генетических типов семейств дайковых пород и их разновидностей, ряд из которых сопровождается сульфидным платиноидно-медно-никелевым оруденением.

Ключевые слова: дайки и их формационно-генетические типы, дифференцированные плутоны, мамонский, еланский и бобровский комплексы, Елань-Вязовский плутон, ВКМ.

Abstract. Notoriously, dykes are the most important structural and material component of the ore-bearing magmatic formations and associated ore-magmatic systems. This article contains information about the dyke formations of one of the largest in the VCM Elan-Vyazovskiy ultramafic-mafic pluto, characterized by a complex-differentiated structure, the presence of two phases and spatially combined with igneous bodies orthopyroxenite-norite-diorite Elan nickel-platinum-bearing and Bobrov granitoid complexes. This features of its internal structure and composition are clearly manifested in the variety of formation-genetic types of families of dyke rocks and their varieties, some of which are accompanied by sulphide platinoid-copper-nickel mineralization.

Key words: dykes and their formational-genetic types, differentiated plutons, Mamon, Elan and Bobrov complexes, Elan-Vyazovskiy pluto, VCM

Введение

Дайки являются важнейшим компонентом магматических комплексов. При этом в ряде случаев они сопровождаются сульфидным платиноидно-медно-никелевым [1–4], а также малосульфидным платинометальным оруденением. На территории Восточно-Европейской платформы установлены малосульфидные платинометальные месторождения и рудопроявления, связанные с дайками микрогабброноритов и анортозитов дифференцированных массивов олангского комплекса Луккулайсваара и Кивакка Северной Карелии [1]. В этой связи особый интерес представляет Елань-Вязовский сложный по составу и строению дифференцированный плутон, в пределах которого широко развиты различные по геолого-генетической принадлежности дайковые образования. Сказанным, в полной мере, определяется необходимость широкого анализа даек, прежде всего, с позиции их петролого-генетической классификации, степени

распространенности и их соотношений с различными фазами Елань-Вязовского плутона, в пределах которого установлено малосульфидное платинометальное оруденение, а также ряд рудопроявлений, ассоциирующих с дайками еланского комплекса, пространственно совмещенное с этим плутоном [3–5].

Краткое описание геологического строения Елань-Вязовского плутона

Елань-Вязовский плутон является одним из крупнейших в пределах Хопёрского мегаблока (рис. 1) Воронежского кристаллического массива (площадью около 200 км²) и включает собственно Елань-Коленовский (площадью более 120 км²) и Вязовский (около 71 км²; рис. 2) интрузивные массивы, которые по геолого-геофизическим данным сочленяются на глубине порядка 3–5 км [6].

Внутренняя структура Елань-Вязовского массива определяется наличием в его строении двух основных типов породных ассоциаций мамонского дунит-перидотит-пироксенит-габброноритового

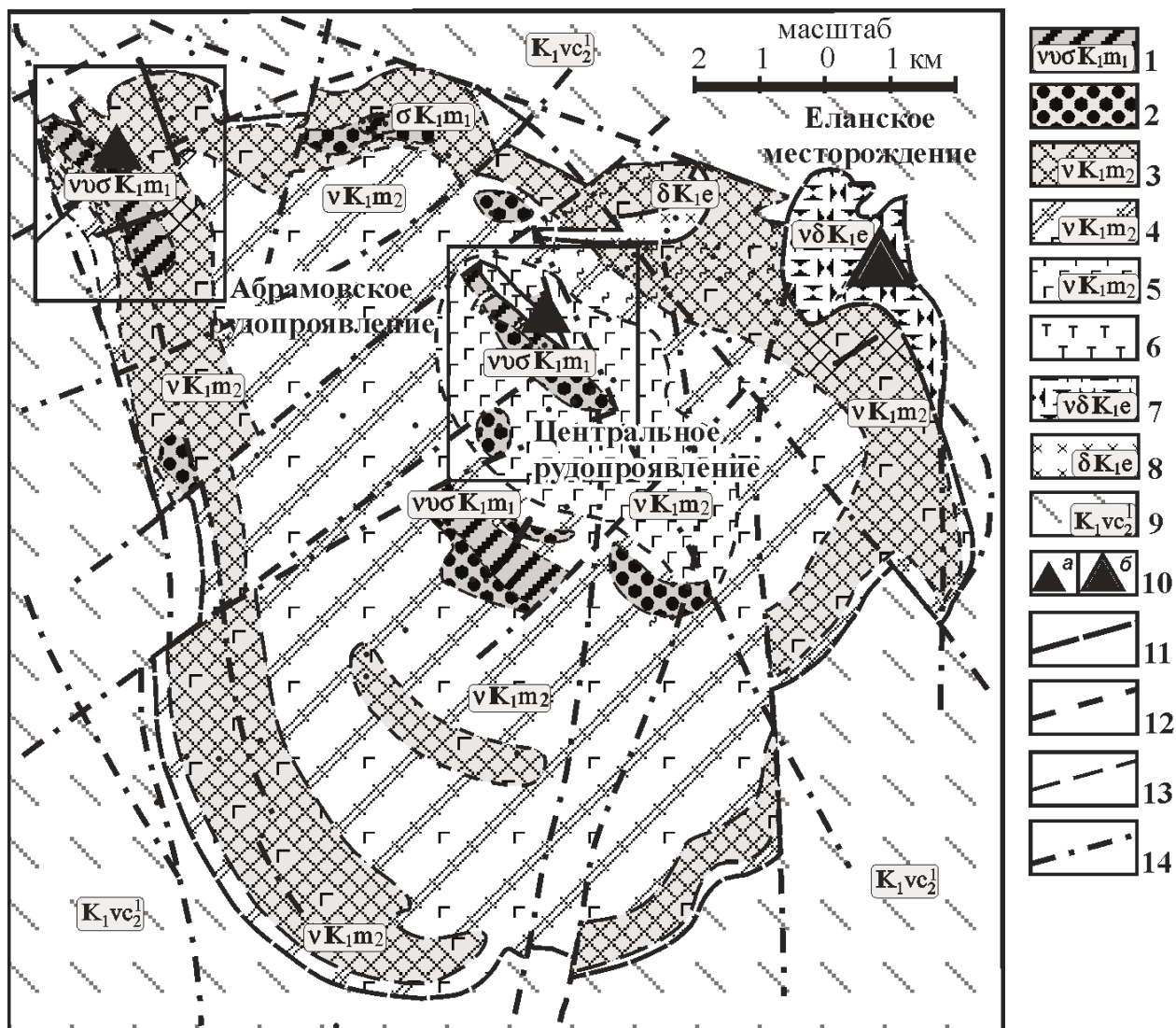


Рис. 1. Схема геологического строения Елань-Коленовского интрузива (по [3, 5–8] с дополнениями): 1 – ультрамафит-мафитовые породы ритмичнорасслоенной серии I интрузивной фазы (перидотит – пироксенит – меланократовый габбронорит (троктолит) – габбронорит); 2 – ксенолиты ультрамафитов (флогопитовый плагиоперидотит и тремолитизированный пироксенит); 3–5 – мафитовые породы дифференцированной серии габброноритов II интрузивной фазы: 3 – оливиновые и оливин-ортоклазовые габбронориты, 4 – биотит-амфиболовые габбронориты, 5 – биотит-амфиболовые габбронориты и амфиболовое габбро; 6 – ортопироксениты; 7 – нориты; 8 – диориты еланского комплекса; 9 – метапесчаники воронцовской серии; 10 – рудопроявления (а) и месторождения (б); 11–13 – контакты интрузивных пород: 11 – интрузивные контакты с вмещающими метапесчаниками воронцовской серии, 12 – межфазовые интрузивные контакты, 13 – постепенные петрографические границы; 14 – тектонические разрывные нарушения

комплекса (собственно мамонский и елань-вязовский) [3] и пород еланского ортопироксенит-норит-диоритового комплекса (рис. 1) [3]. Подобное внутреннее строение и наличие в его пределах одного из крупнейших месторождений еланского типа, определяет этот массив в качестве одного из первоочередных объектов исследования в решении проблемы платиноносности.

Подавляющая часть пород, слагающих Елань-Вязовский расслоенный массив, относится к одноимённому елань-вязовскому типу мамонского комплекса. Мамонский тип представлен аподунитовыми и апоперидотитовыми серпентинитами, локально развитыми (главным образом в Вязовском массиве) среди пород елань-вязовского типа [3].

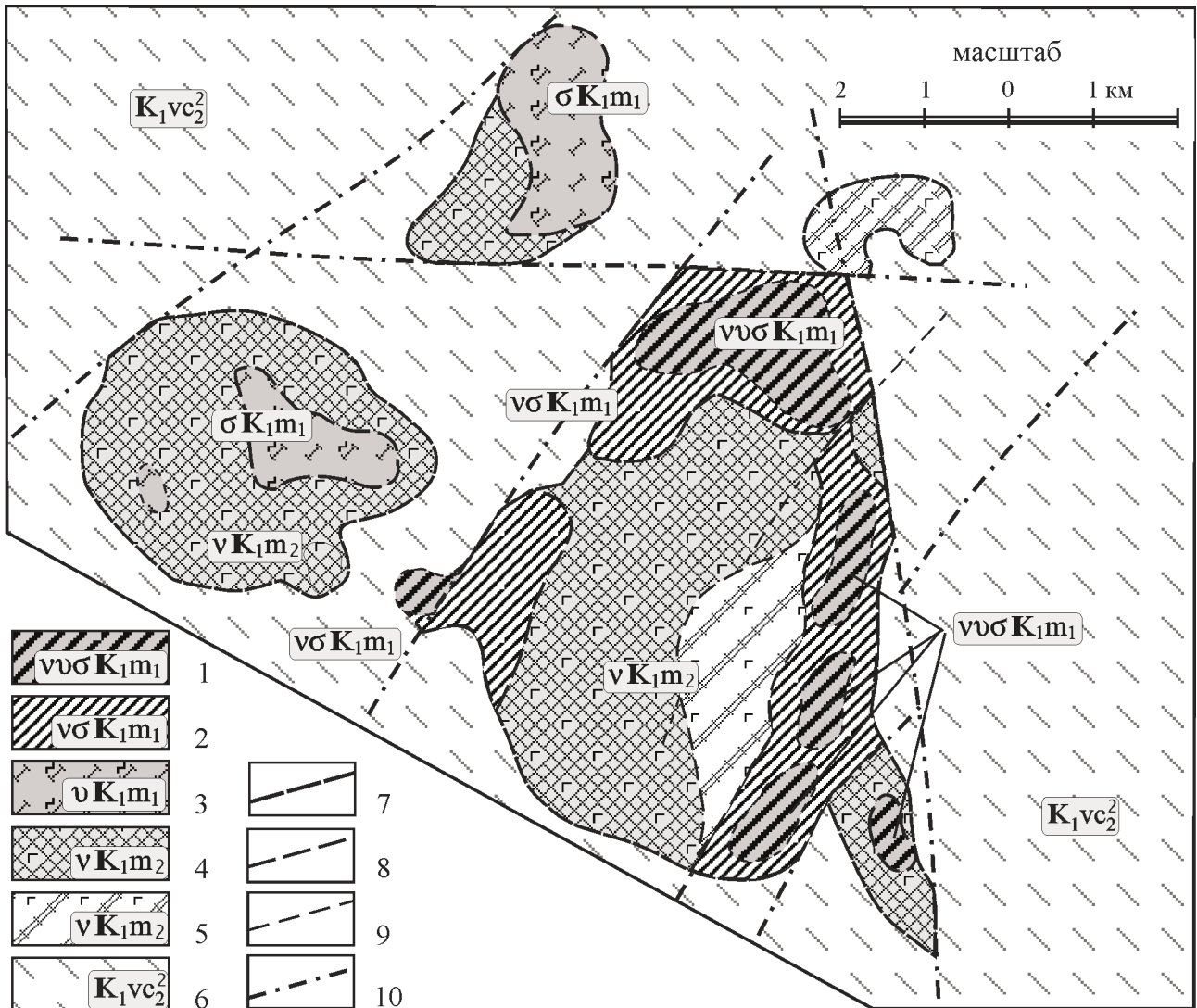


Рис. 2. Схема геологического строения Вязовского интрузивного тела (по [3]): 1–2 – ультрамафит-мафитовые породы I интрузивной фазы: 1 – ритмично-расслоенная серия перидотит – пироксенит – меланократовый габбронорит (троктолит) – габбронорит; 2 – чередование троктолитов и оливиновых габброноритов с редкими слоями перидотитов; 3 – измененные ультрамафиты (серпентиниты); 4–6 – мафитовые породы дифференцированной серии габброноритов II интрузивной фазы: 4 – оливиновые и оливин-ортоклазовые габбронориты, 5 – биотит-амфиболовый габбронорит, 6 – метапесчаники воронцовской серии, 7–10 – контакты интрузивных пород: 7 – интрузивные контакты с вмещающими метапесчаниками воронцовской серии, 8 – межфазовые интрузивные контакты, 9 – постепенные петрографические границы, 10 – тектонические разрывные нарушения

В елань-вязовском типе мамонского комплекса выделяются ранняя и поздняя ассоциации пород [3, 5, 11–13].

Ранняя породная ассоциация елань-вязовского типа сложена плагиоклазовыми ультрамафитами (дунитами, перидотитами, троктолитами, оливиновыми вебстеритами), оливиновыми, оливинсодержащими, оливин-ортоклазовыми и безоливиновыми габброноритами, а также монцонитами. Эта группа магматических образований тяготеет к краевым частям Елань-Коленовского и Вязовского

плутонов. Наиболее полно разрез ранней ассоциации пород елань-вязовского типа представлен в Вязовском массиве.

Поздняя породная ассоциация елань-вязовского типа сложена роговообманково-биотитовыми породами (роговообманковыми пироксенитами, пироксеновыми горнблендитами, роговообманковыми и биотитовыми габброноритами, норитами, роговообманковыми габбро) и дайковыми породами. Указанные породы слагают, как правило, центральные части массивов елань-вязовского типа [3, 5, 7].

Породы еланского комплекса развиты внутри Елань-Вязовского плутона с различной степенью интенсивности, но присутствуют в разрезах практически повсеместно и представлены ортопироксенитами, норитами, диоритами, кварцевыми диоритами, роговообманковыми габбро, норит-порфиридами, лампрофирами и другими породными видами. Также в указанном массиве периодически встречаются дайковые и жильные образования, сложенные плагиогранитами, плагиоклаз-микрклиновыми и микрклиновыми гранитами, а также пегматитами гранитного состава бобровского комплекса [9, 10].

Типы дайковых пород в Елань-Вязовском плутоне

В оценке платиноносности ультрамафит-мафитовых плутонов Воронежского кристаллического

массива особая роль принадлежит дайковым образованиям, которые являются важнейшим структурно-вещественным и рудонесущим компонентом подобных интрузий. С дайковыми ортопироксенитами еланского комплекса связано Центральное сульфидно-платиноидно-медно-никелевое рудопоявление, расположенное в центре Елань-Коленовского массива [4, 14].

Дайковые образования являются по существу комагматами: 1) мамонского (с возрастом габбро-норитов второй фазы 2080 ± 15 млн лет [4, 15]); 2) еланского, включающему ранние ортопироксениты, более поздние нориты (возраст 2065 ± 15 млн лет) и диориты (2050 ± 14 млн лет; [4, 15, 16]); 3) бобровского с возрастом слагающего его гранитоидов (2022 ± 3 млн лет; [4, 14]) комплексов.

Таблица 1

Петролого-генетическая классификация дайковых образований в Елань-Вязовском плутоне (по [9, 10, 17] с дополнениями)

Структурно-вещественный тип интрузивного массива	Группы дайковых образований		
	1. Сингенетические (комагматичные мамонскому комплексу)		2. Дайковые образования, связанные с более поздними магматическими комплексами других формационных типов
	Генетически связанные с главной интрузивной фацией (структурно-вещественным типом интрузивов)		
	1.1. Дайки-апофизы интрузивных эквивалентов во вмещающих породах (перимагматические дайки)	1.2. Дифференциаты собственно интрузивных фаз – жильные отщепления (интрамагматические дайки)	
Ультрамафит (плагиоклазосодержащие)-мафитовые сложнодифференцированный (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-порфириды, диоритовые порфириды, биотит-плагиоклазовые породы и плагиоклазиты (анортозиты)	Ортопироксениты, нориты, норит-порфириды, диоритовые порфириды, диориты еланского комплекса; гранодиориты, биотит-микрклиновые граниты и их пегматоидные разновидности, пегматиты бобровского комплекса, лампрофиры

По формационно-генетическим признакам дайковые породы подразделяются на два типа (табл. 1; [9, 10, 17]): 1 – дайки, сопряженные со становлением пород главной интрузивной фации мамонского комплекса: а) дайки во вмещающих песчанико-сланцевых породах воронцовской серии (перимагматические дайки), представленные телами-апофизами интрузивных эквивалентов [18]; б) интрамагматические дайки, представляющие собой жильные отщепления интеркумулусного расплава собственно интрузивных фаз [18]; 2 – связанные с более поздними магматическими комп-

лексами (еланским, бобровским), а также породы семейства лампрофиров [14].

Количественная распространенность дайковых образований

Как было указано выше, дайковые образования в Елань-Вязовском плутоне принадлежат к трем магматическим комплексам, но количественно резко преобладают дайки, сопряженные с еланским комплексом [14] (до 73 % от всей мощности вскрытых бурением пород; табл. 2).

Дайковые породы в Елань-Вязовском плутоне, комагматичные мамонскому комплексу (в порядке убывания вскрытых мощностей), представлены [14]: лампрофирами (14,4 %), диоритами биотит-роговообманковыми, роговообманковыми и кварц-биотитовыми (6,1 %), роговообманковыми, биотит-роговообманковыми и пегматоидными габбро (2,7 %), плагиоклазитами (1,5 %), диоритовыми порфиритами (1,4 %), габбро-порфиритами (0,4 %), а также незначительным количеством ортопироксенитов и микрогаббро.

Комагматичные еланскому комплексу дайки представлены [14]: диоритами (36,8 % всех дайко-

вых образований в разрезе плутона), норитами и норит-порфиритами (30 %), а также незначительным количеством ортопироксенитов.

Дайковые породы – комагматы бобровского комплекса, представлены [14]: биотит-микроклиновыми, мусковит-биотитовыми и пегматоидными гранитами (4,8 % всех дайковых образований в разрезе плутона), плагиогранитами и гранодиоритами (1,6 %), плагиоклазитами (альбититами) (0,3 %), а также незначительным количеством пегматитов, аплитов и лампрофиров.

Таблица 2

Распространенность дайковых пород в Елань-Вязовском дифференцированном плутоне (по [14] с дополнениями)

Мощность (м) интрузивных пород дайковых пород	10046,9 571,1	Количество изученных скважин	38
		Распространенность даек, %	5,6
1. Дайки сингенетические (комагматичные мамонскому комплексу)		2. Дайки, связанные с более поздними магматическими комплексами	
Породы:		Еланский тип	
Ортопироксениты	+		
Клинопироксениты	–	Ортопироксениты	+
Горнблендиты пироксеновые и плагиоклазовые	–	Нориты, норит-порфириты	$\frac{171,6}{40,9}$
Габбро роговообманковое, биотит-роговообманковое и пегматоидное	$\frac{15,4}{10,2}$	Диориты	$\frac{210,2}{50,2}$
Микрогаббро	±	Бобровский тип	
Нориты, норит-порфириты	–		
Габбро-порфириты	$\frac{2,5}{1,6}$	Плагиограниты, гранодиориты	$\frac{9,3}{2,2}$
Плагиопорфириты	–	Граниты биотит-микроклиновые, мусковит-биотитовые и пегматоидные	$\frac{27,7}{6,7}$
Диориты биотит-роговообманковые, роговообманковые и кварц-биотитовые	$\frac{34,8}{22,8}$		
Диоритовые порфириты	$\frac{8,3}{5,4}$		
Лампрофиры	$\frac{82,4}{54,2}$	Пегматиты, аплиты	±
Биотит-плагиоклазовые породы	–	Плагиоклазиты (альбититы)	$\frac{0,2}{0,9}$
Плагиоклазиты (анортозиты)	$\frac{8,9}{5,8}$		
Мощн. (м) даек группы 1	152,3	Мощность (м) даек группы 2	418,8
Относительный % даек группы 1	26,7	Относительный % даек группы 2	73,3

Таким образом, подавляющее большинство (3/4) даек в Елань-Вязовском массиве сложено диоритами, норитами и норит-порфиритами еланского комплекса. На долю остального широкого спектра пород (от субультрамафитов до кислых и субщелочных образований) приходится только около четверти от всего объема дайковых образований.

Особенности внутреннего строения даек

По особенностям строения и петрографической однородности в интрузивном массиве выделяют два типа даек [9, 17]: 1) простые, петрографически однородные; 2) сложные, в разной степени петрографически неоднородные, которые, в свою очередь, подразделяются на два подтипа: а) дайки одноактного внедрения сравнительно однородные; б) дайки многократного внедрения неоднородные.

Типы сложно построенных даек Елань-Вязовского плутона (по [14] с дополнениями)

Типы	Примеры и особенности взаимоотношений дайковых пород
2.1. Дайки сложнопостроенные одноактного внедрения сравнительно однородного состава	
2.1.1. Дайки дифференцированные	Микрогаббро-микрогаббронориты; спессартиты-керсантиты; диориты-кварцевые диориты; гранодиориты-кварцевые диориты
2.1.2. Дайки (и дайковые зоны) псевдосложные	Близкорасположенные и параллельные дайки однородного состава с ксенолитами и «прослоями» вмещающих пород
2.2. Дайки сложнопостроенные многократного внедрения	
2.2.1. Группа даек одного или двух никель-платиноносных комплексов	Пространственное сонахождение разнотипных дайковых пород (пироксениты → габбро → габбро-порфириты → микрогаббро-диориты → диоритовые порфириты; ± нориты, норит-порфириты, диориты, диоритовые порфириты, гранодиориты, лампрофиры)
2.2.2. Группа производных разновозрастных магматических комплексов	То же + дайки-апофизы гранодиоритов, плагиогранитов, гранитов, плагиоклазитов и пегматитов бобровского комплекса
2.2.3. «Эруптивные» в составе сложных даек многократного внедрения	Дайки диоритов и гранитоидов с ксенолитами интрузивных и жильных пород еланского (ортопироксениты, нориты, норит-порфириты, диориты) и мамонского (перидотиты, пироксениты, габбронориты и др.) комплексов

Сложные дайки (табл. 3) образуются в результате внедрения расплавов различного состава, происходящих либо из одного, либо из нескольких разновозрастных и неодинаковых по составу источников вещества. Такие дайки являются следствием [14] существования условий растяжения, проявленных в разное время, и фиксируются во множестве разрезов (рис. 3–5) Елань-Вязовского массива, вскрытых бурением.

Интракумулусные дайки пристрастно и генетически связаны с определенными интрузивными дифференциатами различных по возрасту и составу магматических комплексов и их типов. Количественная оценка распространенности таких образований занимает особое значение при определении их возрастных взаимоотношений [14].

В качестве критерия количественной оценки распространенности дайковых образований определенных типов, далее приводится сравнение насыщенности дайками пород Елань-Вязовского плутона с интрузивными телами других типов мамонского комплекса.

Жильные пироксениты мамонского комплекса наиболее часто встречаются в дифференцированных интрузивах мамонского (8,2 % от всех дайковых образований) и ширяевского типов. Крайне редко они обнаруживаются в массивах *елань-вязовского* типа и не установлены в телах каменского типа [17].

Дайки габброидов мамонского комплекса широко развиты (до 22 % от всех дайковых образований) в интрузивах ширяевского и каменского типов имеют вид интрамагматических жильных пород.

Габброиды, устанавливаемые в пределах массивов мамонского типа, имеют вид разномасштабных даек-апофизов и силлов, иногда содержащих интрамагматические горные породы: микрогаббро, габбронориты, диоритовые порфириты и др., а также ксенолиты измененных ультрамафитов. В телах *елань-вязовского* типа, напротив, дайковые габброиды мамонского комплекса обнаруживаются достаточно редко и представлены габбро-порфиритами, в отдельных случаях зафиксированы маломощные дайки микрогабброноритов [14].

Нориты еланского комплекса широко развиты в Елань-Вязовском (одноименный тип мамонского комплекса) массиве (рис. 3, 4, табл. 2) и имеют вид даек-апофизов и силлов [10]. Крайне редко они отмечаются в интрузивах мамонского типа. Дайковые диориты еланского комплекса наиболее распространены в существенно габброидных массивах каменского типа (до 52,3 % от всех дайковых образований) и в меньшей степени в телах *елань-вязовского* и мамонского типа (21,6 % от всех дайковых образований).

Дайковые биотит-калишпат-кварцевые диориты еланского комплекса развиты, как правило, лишь в пределах интрузивных тел этого же комплекса и фиксируются в единичных случаях (рис. 3, 4, табл. 2) [16].

Лампрофиры (спессартиты, керсантиты) шире проявлены в мафитовых интрузивах (более 60 %) мамонского комплекса, нежели в ультрамафитовых (8 – 10 %). В *Елань-Вязовском* массиве они составляют 14,4% от всех дайковых образований (рис. 5, табл. 2). В массивах еланского комплекса они раз-

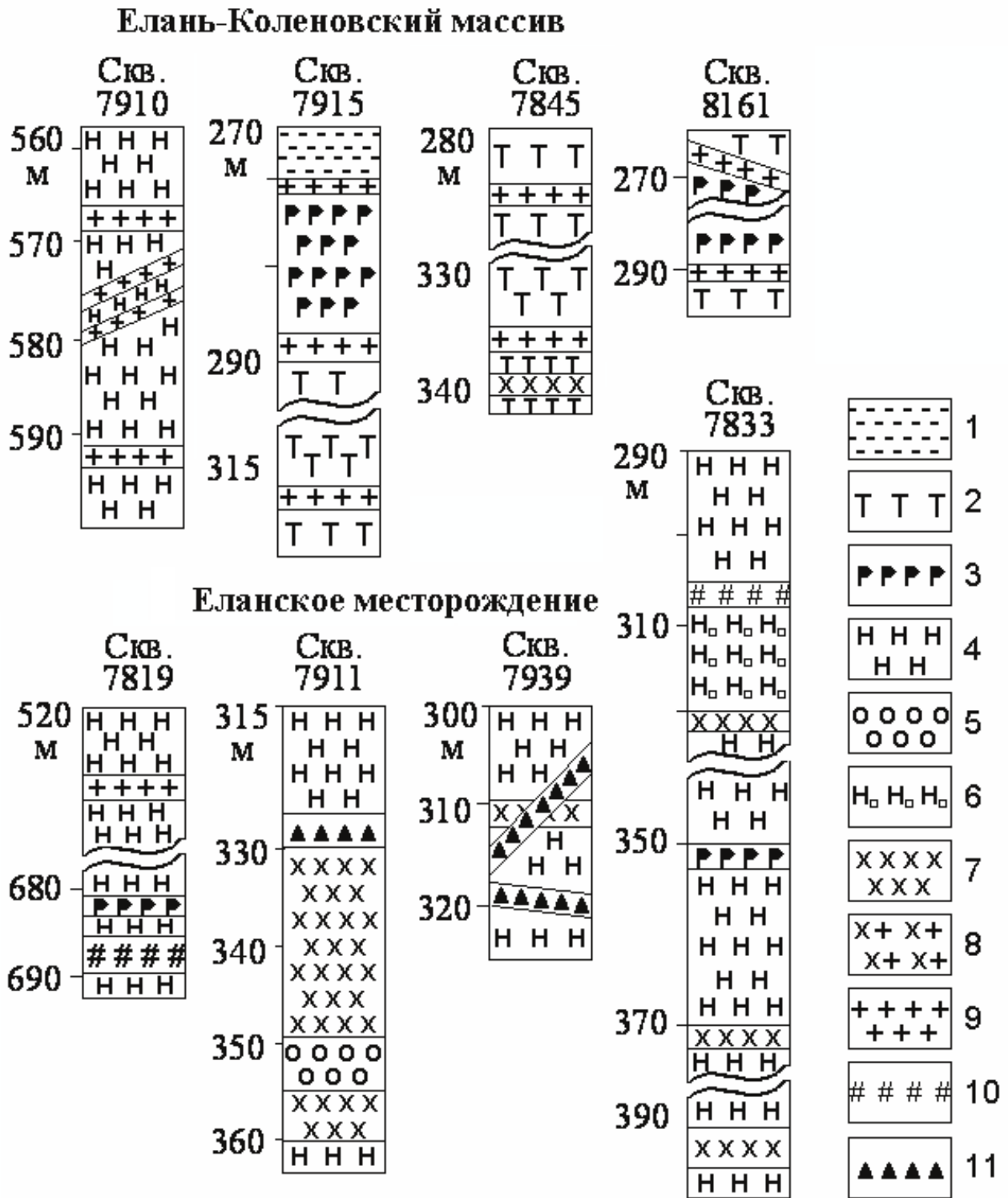


Рис. 3. Положение даек семейства габброидов еланского комплекса в разрезах скважин Елань-Коленовского массива и Еланского месторождения (по [14] с дополнениями): 1 – кора выветривания, 2 – габбронориты, 3 – роговообманковые габбро дайковые, 4 – нориты интрузивные, 5 – нориты дайковые, 6 – порфировидные нориты, 7 – диориты, 8 – гранодиориты, 9 – граниты, 10 – плагиоклазиты, 11 – габбродиабазы

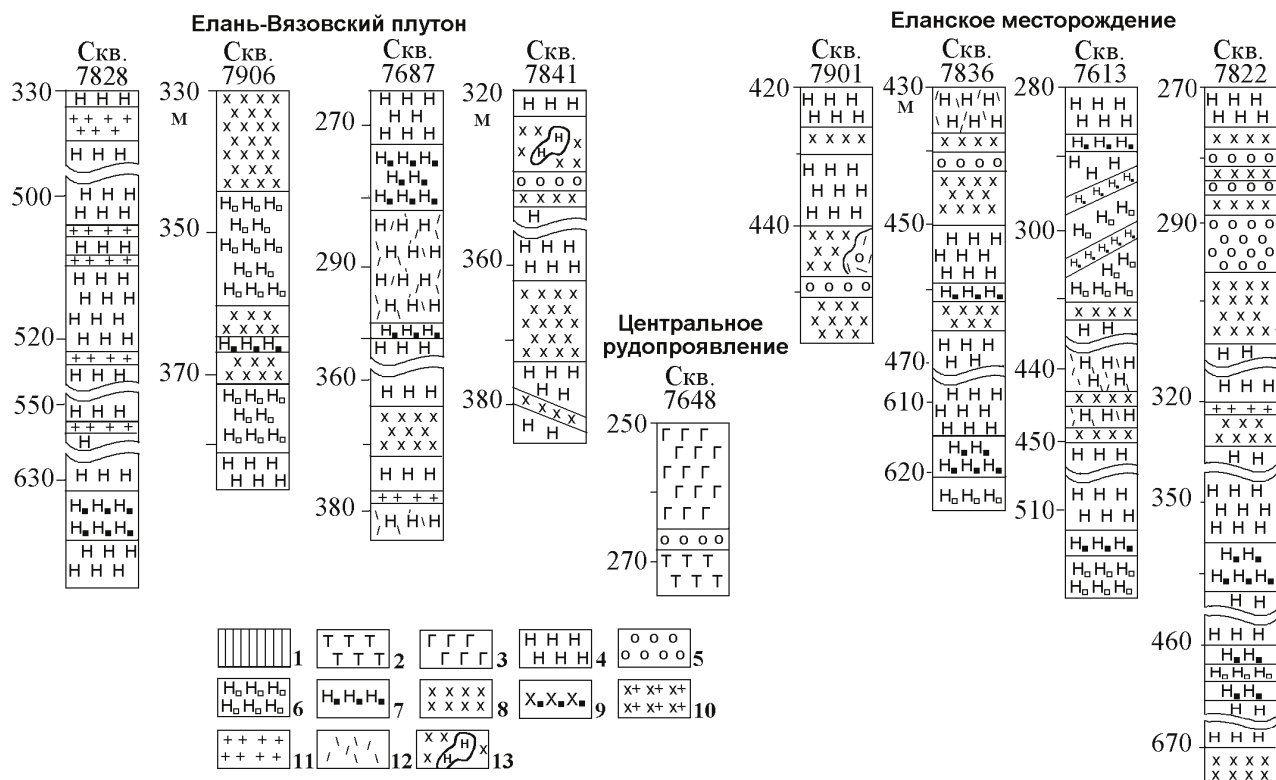


Рис. 4. Положение даек норитов, норит-порфиритов и диоритов еланского комплекса в разрезах скважин Еланского месторождения, Центрального рудопоявления и Елань-Вязовского плутона (по [14] с дополнениями): 1 – ортопироксениты, 2 – габбронориты, 3 – габбро интрузивные, 4 – нориты интрузивные, 5 – нориты дайковые, 6 – порфиroidные нориты, 7 – норит-порфириты, 8 – диориты, 9 – диоритовые порфириты, 10 – гранодиориты, 11 – граниты, 12 – измененные породы (тремолитизированные, амфиболитизированные), 13 – ксенолиты пород

виты очень ограничено и, как правило, секут интрузивные и жильные диориты. Залегание даек лампрофиров в телах мамонского и еланского комплексов контролируется следующими факторами [14]: 1) границами распространения конкретных видов пород; 2) внутриинтрузивными разрывными нарушениями; 3) контактными зонами интрузивных массивов.

Заключение

В составе сложно дифференцированного Елань-Вязовского плутона обнаруживается широкое развитие дайковых образований – производных мамонского, еланского и бобровского магматических комплексов. Они являются характерной особенностью Елань-Вязовского плутона. Они представлены: комагматичными мамонскому комплексу ортопироксенитами, роговообманковыми, биотит-роговообманковыми и пегматоидными габбро, микрогабброноритами, габбро-порфиритами, биотит-роговообманковыми, роговообманковыми и кварц-биотитовыми диоритами, диоритовыми порфиритами, лампрофитами, ортопироксенитами,

норитами, норит-порфиритами, диоритами, гранодиоритами, плагиогранитами, биотит-микроклиновыми, мусковит-биотитовыми и пегматоидными гранитами, пегматитами и аплитами, плагиоклазитами (анортозитами, альбититами).

В Елань-Вязовском плутоне устанавливается резкое преобладание даек, комагматичных еланскому комплексу (67 % от всех дайковых образований), среди которых диориты являются самыми распространенными породами (55 %).

Дайковые образования в Елань-Коленовском плутоне слагают порядка 5,6 % его объема, что характерно для известных месторождений сульфидных платиноидно-медно-никелевых и рудопоявлений потенциальных малосульфидных платинотетраметаллических руд. Среди рудонесущих даек в Елань-Вязовском массиве установлены: а) нориты и норит-порфириты еланского типа месторождений, несущие преимущественно вкрапленное, прожилково-вкрапленное, гнездово-вкрапленное, а также массивное и брекчиевидное сульфидное платиноидно-медно-никелевое оруденение характеризующиеся теми же параметрами, что и руды,

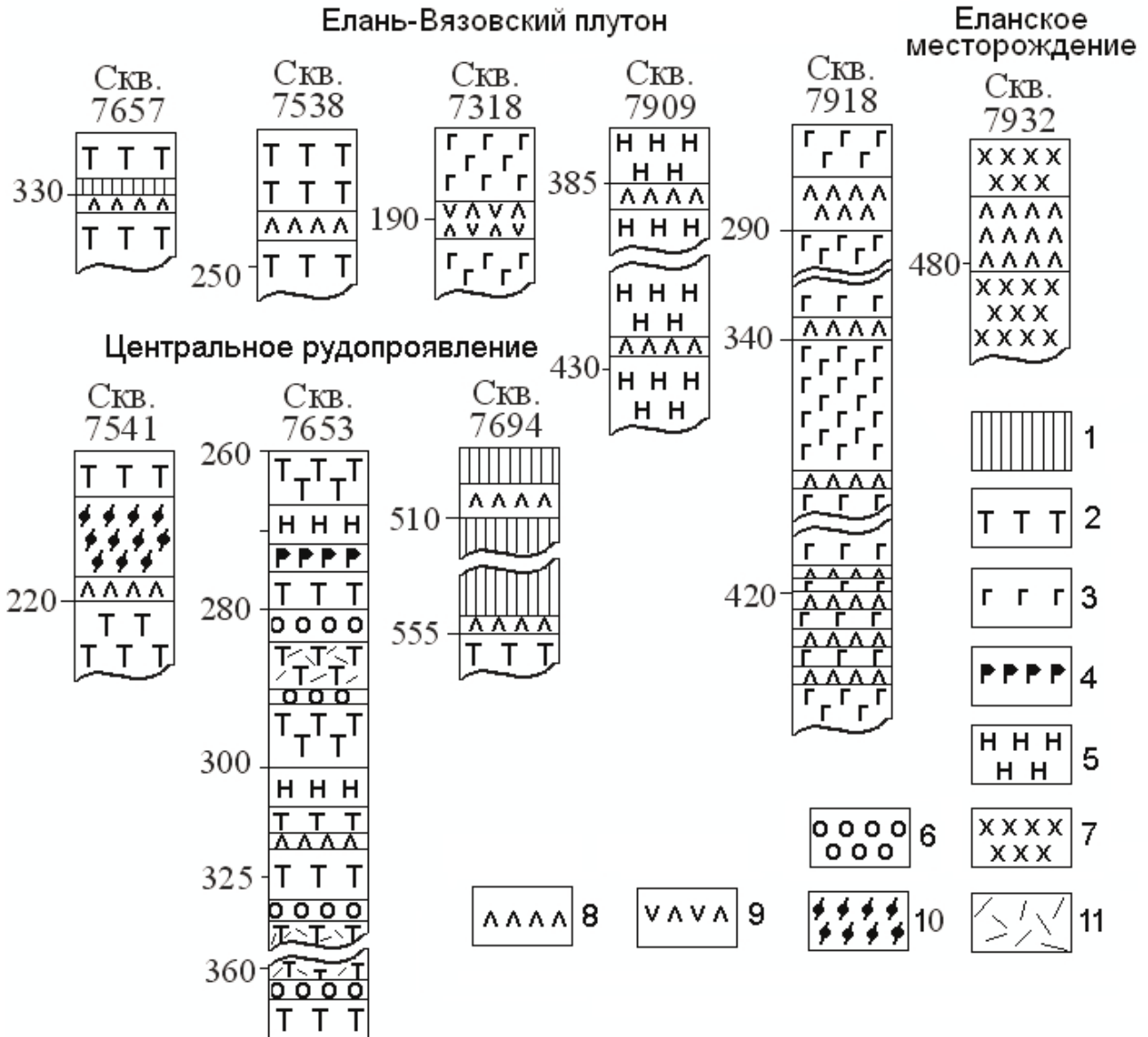


Рис. 5. Положение даек лампрофиров в разрезах скважин Елань-Вязовского плутона, Еланского месторождения и Центрального рудопроявления еланского комплекса ВКМ (по [14] с дополнениями): 1 – ортопироксениты, 2 – габбронориты, 3 – габбро интрузивные, 4 – роговообманковые габбро дайковые, 5 – нориты интрузивные, 6 – нориты дайковые, 7 – диориты, 8 – спессартиты и керсантиты, 9 – иситы, 10 – гнейсы, сланцы, 11 – измененные породы

сопряженные с интрузивными породами еланского комплекса; б) ортопироксениты, которые играют роль рудовмещающих пород на Центральном рудопроявлении, а также слагают отдельные тела, преимущественно, в центральной и северо-западной зонах плутона; в) дайки, секущие горизонты тонкоритмичного чередования интрузивных пород, которые в ряде случаев сложены микрогабброноритами и плагиоклазитами (анортозитами). С аналогичными типами дайковых пород связаны месторождение массива Луккулайсваара (микро-

габбронориты, анортозиты) и рудопроявление интрузива Кивакка (плагиоклазиты), расположенные в Северной Карелии.

ЛИТЕРАТУРА

- Иващенко В. И. Золото и платина Карелии: формационно-генетические типы оруденения и перспективы / В. И. Иващенко, А. И. Голубев. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2011. – 369 с.
- Уэйджер Л. Расслоенные изверженные породы / Л. Уэйджер, Г. Браун. – М. : Мир, 1970. – 552 с.

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

4. Чернышов Н. М. Рудонесущие дайки ведущих типов сульфидных платиноидно-медно-никелевых рудно-магматических / Н. М. Чернышов, М. Н. Чернышова, Л. В. Гончарова // Литосфера. – 2009. – № 5. – С. 36–55.

5. Чернышов Н. М. Проявления нелинейных петрогенетических процессов при формировании некоторых типов ультрамафит-мафитовых интрузий мамонского никель-платиноносного комплекса докембрия ВКМ (Центральная Россия) / Н. М. Чернышов // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 1997. – № 4. – С. 43–55.

6. Чернышов Н. М. Формационно-генетические типы платинометалльных проявлений Воронежского кристаллического массива / Н. М. Чернышов // Платина России. Пробл. развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. – М. : Геоинформмарк, 1994. – С. 85–103.

7. Чернышов Н. М. Петрогенетические и геохимические особенности Елань-Вязовского плутона в связи с оценкой его перспектив на малосульфидное платинометалльное оруденение / Н. М. Чернышов, Ю. Д. Синюков, М. Н. Чернышова // Междунар. симпозиум по прикладной геохимии стран СНГ : тез. докл. – М. : ИМГРЭ, 1997. – С. 308–309.

8. Чернышов Н. М. Качественная оценка образования первичного магматического расплава Елань-Вязовского плутона / Н. М. Чернышов, Ю. Д. Синюков // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 1998. – № 6. – С. 106–117.

9. Чернышова М. Н. Дайки никеленосных комплексов Воронежского кристаллического массива (формационно-генетические типы и пространственно-временные соотношения) / М. Н. Чернышова // Вест. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 1996. – №1. – С. 50–60.

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

11. 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.

12. Чернышов Н. М. Породообразующие минералы никеленосных интрузий ВКМ / Н. М. Чернышов, Г. Г. Дмитренко. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1979. – 248 с.

13. Бочаров В. Л. Строение и состав Еланского никеленосного плутона в краевой части Воронежского кристаллического массива / В. Л. Бочаров, С. М. Фролов, Н. М. Чернышов // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1986. – № 4. – С. 10–20; № 5. – С. 42–49.

14. Чернышова М. Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива (Центральная Россия) / М. Н. Чернышова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 368 с.

15. Чернышов Н. М. Уран-свинцовый возраст норит-диоритовых интрузий еланского никеленосного комплекса и их временные соотношения с габброноритами дифференцированных ультрамафит-мафитовых плутонов мамонского комплекса ВКМ / Н. М. Чернышов [и др.] // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39, № 8. – С. 1064–1071.

16. 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.

17. Чернышова М. Н. Петролого-генетические типы дайковых пород раннепротерозойских никеленосных интрузий Воронежского кристаллического массива / М. Н. Чернышова // Магматизм и геодинамика : материалы I Всерос. петрограф. совещ. Кн. 4. Петрология и рудообразование. – Уфа, 1995. – С. 152–153.

18. Ефремова С. В. Дайки и эндогенное оруденение / С. В. Ефремова. – М. : Недра, 1983. – 224 с.

*Воронежский государственный университет
М. Н. Чернышова, профессор кафедры минералогии, петрографии и геохимии, доктор геолого-минералогических наук
Тел. 8 (473) 220-84-34
petrology@list.ru*

*А. И. Овсянников, аспирант кафедры минералогии, петрографии и геохимии
Тел. 8 (473) 246-83-83
geo-bp@inbox.ru*

*Voronezh State University
M. N. Chernyshova, Professor, the Chair of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences
Tel. 8 (473) 220-84-34
petrology@list.ru*

*A. I. Ovsyannikov, post-graduate student, the Chair of Mineralogy, Petrography and Geochemistry
Tel. 8 (473) 246-83-83
geo-bp@inbox.ru*