

СТРУКТУРА И ВЕЩЕСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПАВДИНСКОГО МАССИВА В ПЛАТИНОНОСНОМ ПОЯСЕ УРАЛА

А.А. Ефимов

Павдинский массив расположен в пределах б. Николае-Павдинской дачи, мелкие медные месторождения которой были известны с 20-х гг. XVIII в. Открытие в конце XIX в. платиновых россыпей по притокам р. Иса, в том числе по р. Б. Нясьме, вызвало повышенный интерес к району. Первая геологическая карта, охватившей весь Павдинский массив, составлена Л. Дюпарком и А. Гроссе [Duparc, Grosset,

1916]. Впоследствии, в 50-60-е гг., вся эта территория была покрыта съемками масштаба 1:50 000, выполнявшимися партиями Уральского геологического управления под руководством Г.Б. Зайцева и А.Д. Стирпейки; результаты съемок не нашли отражения в публикациях. В 1970 г. А.А. Ефимовым и Л.П. Ефимовой были выполнены полевая ревизия геологических карт и корреляция структурно-веще-

ственных единиц Павдинского массива с такими других, более детально изученных массивов Платиноносного пояса Урала.

Границы и внешние контакты. Павдинский массив представляет собой вытянутое вдоль меридиана $59^{\circ}30'$, от р. Иса на юге до р. Кушвы на севере, тело длиной около 70 и шириной до 12-15 км, сложенное габбро и в гораздо меньшей степени гипербазитами (рис. 1). Северное окончание массива кулисообразно, со сдвигом на северо-восток, заходит примерно на 8 км за южное окончание Кытлымского массива; на юге почти на его простирании, отделяясь долиной р. Иса и перемычкой амфиболитов шириной около 4 км, находится Качканарский массив. Павдинский массив в целом представляется монолитным гипербазит-габбровым телом с довольно плавным внешним контуром, усложненным выдающимся на 5-6 км к западу выступом горы Шоры. Южная треть массива (горы Саранная, Березовый Увал, Соколки, Собачинский Увал) заметно выделяется в рельефе на фоне остальной части массива, производящей впечатление опущенной. Здесь широкое распространена кора выветривания, отмечаются просторства типа аккумулятивных равнин и т.д.

На востоке массив контактирует со слабо метаморфизованными вулканитами различного состава, относимыми по возрасту к нижнему силуру. Зона непосредственного контакта в естественных выходах не наблюдалась, будучи скрыта под рыхлыми отложениями, но в некоторых пунктах в развалах (а при съемке и в буровых скважинах) отмечены пироксен-плагиоклазовые гранулиты (роговики). Довольно неясной остается природа восточного контакта на участке протяженностью около 12 км к востоку от пос. Павды. Здесь к массиву примыкает крупное (около 12×12 км) поле пород в общем гранитоидного состава. Наряду с габбро-диоритами, сиенито-диоритами и сиенитами, здесь встречены также и габбро-нориты. Площадь исключительно плохо обнажена, и соотношения пород всей этой пестрой ассоциации остаются неясными. Характер магнитного поля мало отличается от такового над габброидами и, безусловно, является аномальным для гранитоидов.

Западный контакт имеет другой облик. Здесь массив окаймлен аповулканическими амфиболитами, зона которых на южном и северном его окончаниях расширяется до нескольких километров, а в средней части, на широте р. Мурзинки, сужается до 100-200 м. В несколь-

ких пунктах контакта на юге отмечены пироксен-плагиоклазовые роговики. Зона амфиболитов отделяет массив от обширной полосы аповулканогенных зеленых сланцев на западе, относимой по возрасту к ордовика.

Вещественные комплексы. Внутри массива уверенно выделяются четыре вещественных комплекса, аналогичных таковым других массивов Пояса, — дунит-пироксенитовый, оливин-габбровый, габбро-норитовый и роговообманково-габбровый. Павдинский массив — довольно редкий для Платиноносного пояса случай — сложен преимущественно породами габбро-норитового комплекса. Роговообманковые габбро развиты довольно слабо.

Дуниты, окруженные клинопироксенитами, слагают известное как коренной источник платиновой россыпи по р. Большой Нясьме Каменушинское тело (Каменушка) на г. Соколки, отделенное резким контактом от расположенного восточнее габбро-норитового тела Березового Увала. Второе место, где пироксениты с участками дунитов слагают небольшие изолированные тела, окруженные габбро-норитами, — это участок горы Шоры.

Комплекс анортит-оливиновых габбро слагает два разобщенных тела: одно в районе Собачинского Увала, примыкающее с севера к дунит-пироксенитовому телу Каменушки, и крупное, протяженностью более 25 и шириной до 8 км, тело горы Саранной на южном окончании массива. Последнее сложено главным образом полосатыми оливиновыми габбро; клинопироксениты и верлиты встречаются в его пределах в виде небольших линзовидных тел, дуниты не обнаружены.

Комплекс лабрадорных габбро-норитов слагает большое поле, занимающее всю северную половину массива, от б. поселка Сухогорье на севере до р. Мурзинки на юге, и, кроме того, обособленное тело Березового Увала на юге, в среднем течении р. Б. Нясьмы, разделяющее тела Каменушки и Саранной. В северной части поля преобладают габбро-нориты, южнее, в среднем течении р. Мурзинки, — разнообразные апогаббро-норитовые породы (преимущественно роговообманковые габбро), на широте Павды и южнее — снова габбро-нориты. Еще одно небольшое габбро-норитовое тело, выход которого находится на левом берегу Б. Нясьмы у устья Каменушки, как бы вклинивается между клинопироксенитами Каменушки и амфиболитами.

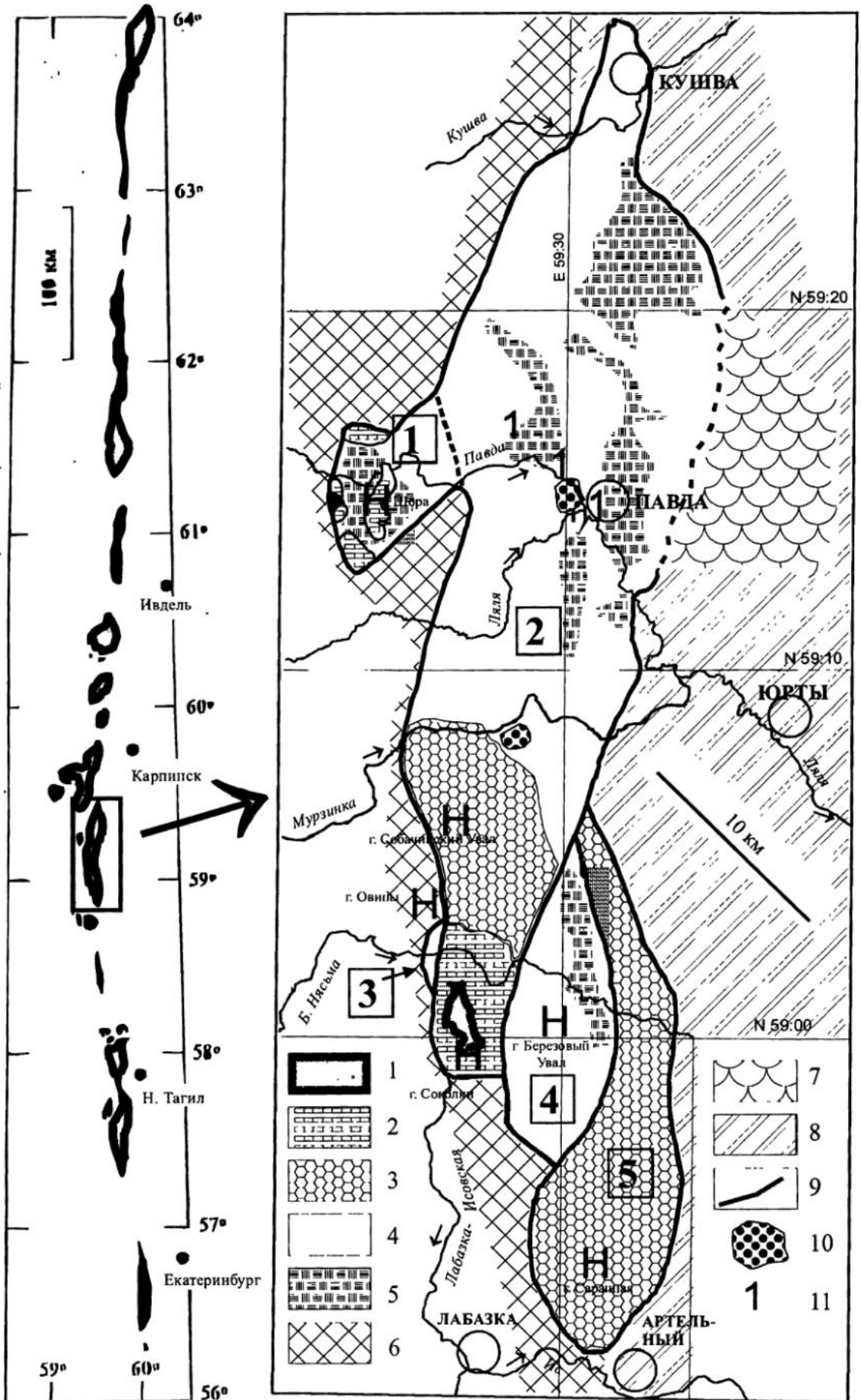


Рис. 1. Структурная схема Павдинского массива (составлена А.А. Ефимовым и Л.П. Ефимовой, с использованием материалов геологических съемок Г.Б. Зайцева и др. и А.Д. Стирпейки и др.).

Условные обозначения: 1 – дуниты; 2 – клинопирокениты; 3 – оливин-анортитовые габбро; 4 – габбро-нориты; 5 – зоны преобладания монцонитоидных (ортоклазсодержащих) габбро-норитов; 6 – аповулканитовые амфиболиты; 7 – гранитоиды; 8 – вулканиты силура; 9 – внешние тектонические контакты и внутренние горячие тектонические швы; 10 – зоны двупироксеновых гранулитов («роговиков») внутри габбрового поля; 11 – медные рудники XVIII в.

Жирными цифрами в рамках обозначены структурные блоки: 1 – горы Шоры; 2 – Павдинский; 3 – Нясыминский; 4 – Березового Увала; 5 – горы Саранной.

Зоны развития роговообманковых габбро не показаны.

Габбро-нориты, как неоднократно указывалось, по совокупности признаков (однообразие состава; структуры, подобные таковым габбро-долеритов; высокотемпературные пироксены и др.) можно считать исходно ортомагматическими породами. Однако, будучи уже твердыми, они претерпели значительные структурные и химические изменения.

Наиболее заметны структурные изменения, связанные с высокотемпературной деформацией: можно проследить все промежуточные этапы смены первичной офитовой структуры без следов бластеза типично метаморфическими структурами – порфирокластической (блассомилонитовой) и гранобластовой. Параллельно происходят изменения в парагенезисе: протолитом всей габбро-норитовой общности является офитовый ортоклазсодержащий (монцонитоидный) тип с парагенезисом авгит – гиперстен – $\pm$ оливин или кварц – лабрадор – ортоклаз – магнетит. В присутствии водного флюида имеет место реакция ортоклаз + гиперстен + $H_2O \rightarrow$ биотит + SiO_2 , приводящая к постепенному исчезновению ортоклаза и к появлению биотита. При этом, в зависимости от степени насыщения породы SiO_2 , либо появляется свободный кварц, либо увеличивается количество ортопироксена за счет оливина. Первичные железистые пироксены со структурами распада очищаются от вростков одного в другом и становятся более магнезиальными; в клинопироксене увеличивается содержание Са. Типичный конечный продукт метаморфизма – гранобластовый габбро-норит (по существу – двупироксеновый гранулит низкого давления с парагенезисом клинопироксен – ортопироксен – лабрадор – $\pm$ оливин или кварц – магнетит) – не содержит калиевых минералов.

Своеобразие Павдинского массива состоит

в широком развитии ортоклаз- и биотитсодержащих разностей, слагающих значительную часть всего габбро-норитового поля. Конфигурация участков, в которых преобладают такие разности, может быть установлена весьма приблизительно (см. рис. 1). Вся же габбро-норитовая общность массива представляет собой непрерывный химический ряд от обогащенных калием (до 3 % K_2O) монцонитоидных офитовых до бедных калием (0,2 % и менее K_2O) двупироксеновых гранобластовых разностей. Таким образом, уменьшение содержания калия можно считать индикатором степени метаморфического преобразования габбро-норитового протолита.

С содержанием калия статистически коррелируют не связанные с ним причинно-следственной связью другие заметные химические изменения. Суммарное содержание редких земель (табл., рис. 2) снижается в бедных калием разностях в 5-10 раз, сопровождаясь возрастанием европиевой аномалии и уменьшением доли легких лантаноидов (рис. 3). В целом в химической эволюции первичного габбро-норита ощущается тенденция базификации, в частности, имеет место привнос железа, что достаточно наглядно проявляется в корреляции содержания K_2O и магнитной восприимчивости пород, отражающей увеличение количества акцессорного магнетита по мере уменьшения содержания K_2O (рис. 4).

Структура. В структуре массива отчетливо выделяется диагональный линейament северо-северо-восточного простирания протяженностью около 20 км – от широты г. Соколки до широты пос. Юрты. Здесь линия восточного внешнего контакта продолжается внутрь массива, разделяя его в первом приближении на два контрастных по составу, смещенных по

Представительные анализы габбро-норитов Павдинского массива:
содержание РЗЭ, щелочей и Sr в плагиоклазе (ранжированы по содержанию K_2O)

№ ан.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
La	6,5	9,62	3,89	25,6	45,7	27,9	16,1	21,7	22,3	26,9	26,6
Ce	11,1	18,3	8,14	18	108	61,3	37,5	45,3	48,7	53,5	63,1
Pr	1,59	2,75	1,12	2,59	14,4	8,38	5,12	5,99	6,46	6,89	8,51
Nd	7,76	13,2	5,4	12,5	64,2	36,3	22,7	24,9	28,4	28,3	35,8
Sm	2,03	3,3	1,52	3	14,6	8,33	5,26	5,81	6,14	6,14	8,36
Eu	0,971	1,49	0,999	1,2	3,77	2,34	1,35	1,76	1,81	1,8	1,74
Gd	2,13	3,52	1,82	3,56	15,1	8,23	5,74	6,63	6,82	6,99	8,17
Tb	0,32	0,518	0,265	0,486	1,92	1,09	0,837	0,864	0,93	0,887	1,21
Dy	1,77	3,02	1,64	2,91	9,68	5,83	4,39	4,43	4,83	4,59	6,75
Ho	0,356	0,616	0,366	0,613	1,91	1,15	0,926	0,921	0,992	0,9	1,37
Er	1,04	1,78	1,03	1,69	5,31	3,24	2,76	2,56	2,76	2,55	4,17
Tm	0,125	0,259	0,149	0,232	0,714	0,409	0,373	0,365	0,36	0,355	0,572
Yb	0,89	1,57	0,94	1,51	4,42	2,68	2,44	2,23	2,33	2,14	3,9
Lu	0,137	0,229	0,155	0,257	0,647	0,4	0,385	0,37	0,368	0,32	0,636
? TR	36,719	60,172	27,434	74,148	290,371	167,579	105,881	123,83	133,2	142,262	170,888
Eu*	1,435	1,344	1,846	1,129	0,781	0,869	0,775	0,872	0,859	0,844	0,647
Na ₂ O	1,71	3,21	3,01	3,05	3,09	3,69	3,21	2,85	3,65	2,54	3,49
K ₂ O	0,14	0,28	0,40	0,49	0,97	1,11	1,55	1,80	2,10	2,82	4,24
Sr _{PL}	1140	941	1080	861	1100	998	858	1540	1600	1000	501

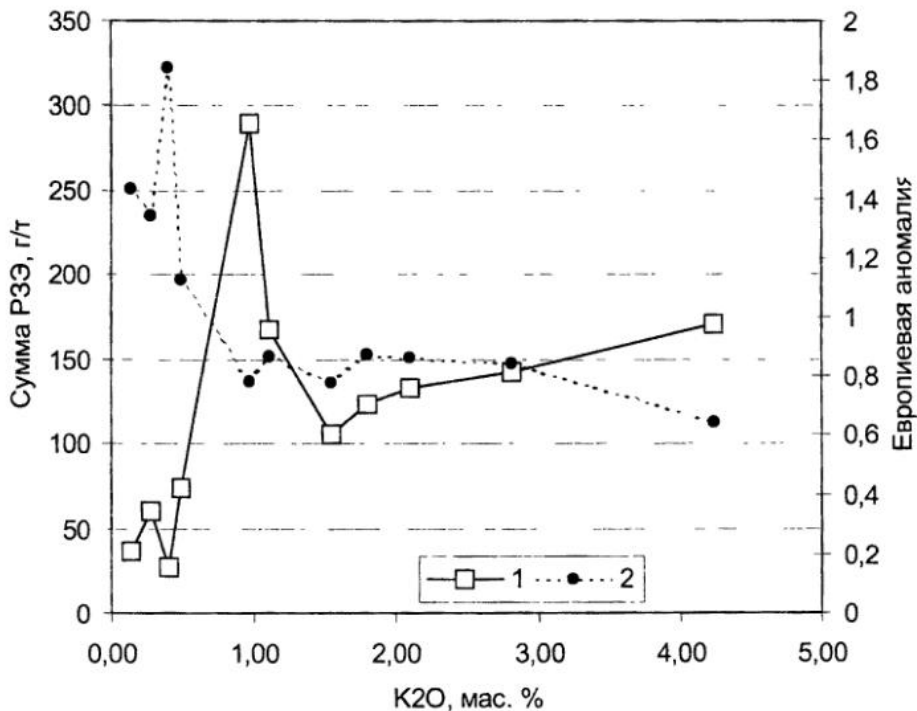


Рис. 2. Корреляция содержания K_2O , суммы РЗЭ (1) и величины европиевой аномалии (2) в габбро-норитах Павдинского массива (по данным таблицы).

Рис. 3. Нормированные по хондриту содержания РЗЭ в габбро-норитах Павдинского массива.

Цифры на графике, заключенные в рамки, соответствуют порядковым номерам анализов в таблице.

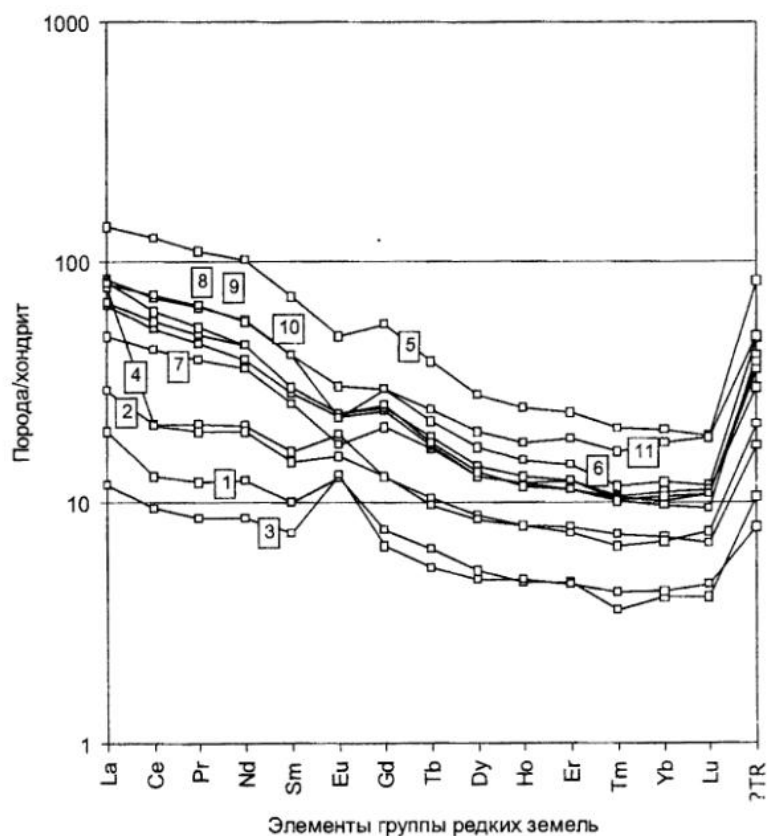
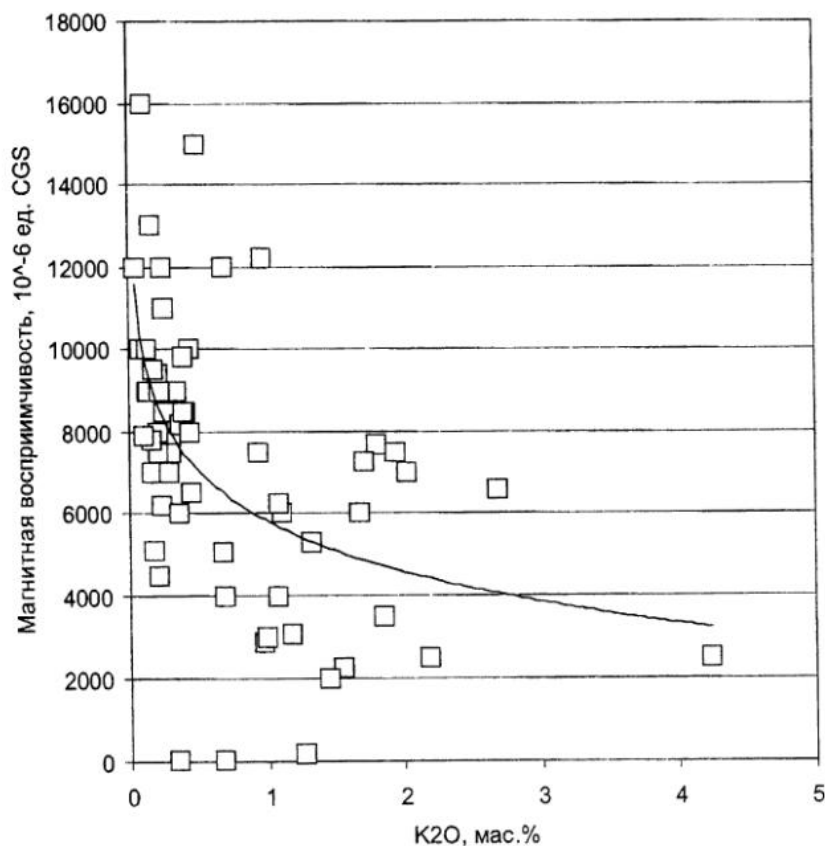


Рис. 4. Корреляция содержания K_2O и магнитной восприимчивости в габбро-норитах Павдинского массива



простиранию и неравных по величине блока – северный и южный, протяженностью соответственно около 55 и 25 км. В южном блоке, в свою очередь, столь же отчетливо выделяется два меньших по величине и смещенных по простиранию блока. Особенно наглядно блоковое строение демонстрирует конфигурация южного окончания массива (см. рис. 1). Здесь ступенчато смещаются с северо-запада на юго-восток контуры четырех блоков разного состава и разной протяженности по простиранию: очень небольшого (возможно, всего около 2 км) Нясинского блока монцитонитовидных габбро-норитов западнее пироксенитов Каменушки, очень крупного (55 км), сложного по составу северного (Павдинского) блока, габбро-норитового блока Березового Увала (15 км) и оливин-габбрового блока горы Саранной (25 км).

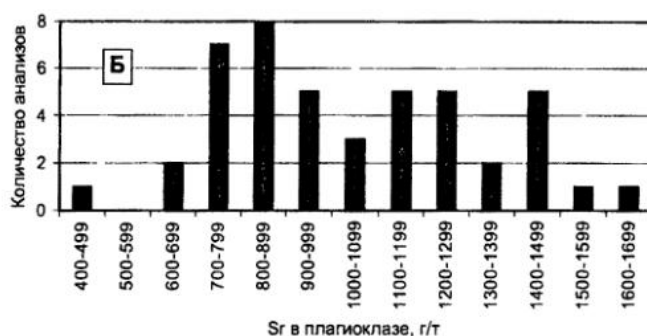
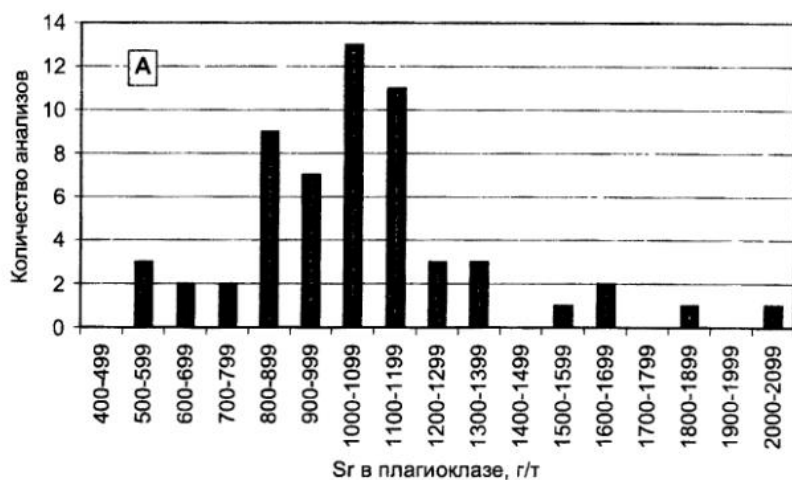
Внутренняя структура Павдинского блока отчетливо не расшифровывается, в первую очередь, из-за плохой обнаженности. Не исключена возможность того, что в его контуре тектонически совмещены все три главных вещественных комплекса – слагающий большую часть блока габбро-норитовый, дунит-клинопироксенитовый (Каменушка) и оливин-габбровый (поле Собачинского Увала). В габбро-норитах структурные элементы (полосчатость, трахитоидность) наблюдаются редко, преобладают массивные разности со структурами от типичной офитовой до гранобластовой. Изредка в габбро-норитах отмечаются небольшие изолированные зоны оливин-анортитовых габбро, истинная конфигурация и природа которых неясны, а также небольшие участки с преобладанием роговообманковых габбро. Широкий диапазон содержаний Sr в плагиоклазе всех этих разностей габброидов (рис. 5) можно рассматривать как признак того, что в поле габбро-норитов совмещено несколько структурных единиц, различающихся по предельным концентрациям этого элемента [Ефимов и др., 1989]. В двух местах – в пос. Павда и к югу от Павды – среди габбро, в удалении от внешних контактов, отмечены крупные, примерно до 1 × 1 км, тела роговиков, явно интегрированные в общую структуру массива. По данным геологических съемок Г.Б. Зайцева и др., структурный рисунок блока горы Саранной, картируемый по полосчатости, представляет собой серию пологих широтных дуг, несогласных с внешними контурами блока, и аналогичен таковому подобным же оливин-габбровым блокам Сухогорского Камня и Чистоба.

Особое место в структуре массива занимает выдающийся на запад блок горы Шоры на широте пос. Павды (см. рис. 1). На геологических картах, составленных партией Г.Б. Зайцева, это округлое габбро-гипербазитовое тело отделялось от массива перемычкой метавулканитов, т.е. представлялось автономным, на что указывает как будто бы и характер магнитного поля. Такая трактовка была принята затем и на сводных картах Урала. Однако полевое обследование, а также пересмотр материалов Г.Б. Зайцева позволили прийти к выводу, что перемычка, скорее всего, сложена роговообманковыми габбро, отличающимися пониженными магнитными свойствами. Можно предполагать, что блок горы Шоры, резко нарушающий плавность западного контакта массива, объединен с Павдинским блоком по структурной зоне типа горячего тектонического шва (примеры совмещений подобного типа широко известны в массивах Платиноносного пояса [Ефимов, 1999]). Особенность внутреннего строения блока Шоры состоит в том, что в его контуре совмещены породы двух, казалось бы, несовместимых и генетически не связанных комплексов. Первый представлен изолированными телами пироксенитов, слагающими высшие точки рельефа. В одном из них присутствуют дуниты (кроме Каменушки, единственный пункт в массиве). Понижения в рельефе сложены типичными офитовыми габбро-норитами, в большинстве случаев ортоклазсодержащими. Признаки постепенных переходов между теми и другими отсутствуют. Более определенной интерпретации этого исключительного случая препятствует плохая обнаженность. По-видимому, дунит-пироксенитовые тела можно представить или в виде блоков (ксенолитов?), погруженных в габбро-норитовую матрицу, или в виде маломощных «нашлепок» типа эрозионных останцов на габбро-норитовом основании.

Описанное случайное сочетание тел контрастного состава в едином контуре Павдинского массива может быть объяснено, скорее всего, их совмещением по древним горячим тектоническим швам. Можно считать, что структура создана аккрецией крупных габбро-гипербазитовых блоков перед объединением в монолитное тело еще более крупных размеров (массив) уже претерпевших сложные преобразования. В этой структуре и в вещественных комплексах массива нет каких-либо особенностей, не свойственных другим объектам

Рис. 5. Гистограммы распределения содержаний Sr в плагиоклазе габбро Павдинского массива.

А – в лабрадоре габбро-норитов (58 анализов); Б – в анортите и биговните оливиновых и роговообманковых габбро (46 анализов)



Платиноносного пояса. Павдинский массив в целом можно рассматривать как аллохтонный фрагмент древней глубинной зоны, перемещенный в толщу верхней коры вместе с метавулканиитами – гранулитами (роговиками) и амфиболитами [Ефимов, 1999].

В пределах массива, по данным гравиметровой съемки масштаба 1:200 000, выполненной в 1962 г. С.А. Тагановым и др., выделяется три гравитационных максимума, отвечающих, по-видимому, участкам с наибольшей вертикальной мощностью: два на юге (над блоками Каменушки и Саранной) и один – севернее Павды, над широкой частью северного габбро-норитового поля. Данные магнитных съемок конца 50-х гг., выполненных Н.Я. Нанскани и Г.Г. Тимоховой, дают картину поздней разрывной тектоники массива. Зоны аномально низких значений напряженности магнитного поля часто соответствуют поздним тектоническим нарушениям, с которыми связаны процессы низкотемпературного диафтореза, способствующие уменьшению количества магнетита в породах. Некоторые аномальные зоны и, как можно полагать, связанные с ними поздние разломы прослеживаются очень отчетливо. Один из них отделяет высокие горы на юге от пониженной части массива. Целая система поздних разломов устанавлива-

ется на широте Павды, где, пересекаясь, они образуют депрессию Бухряковского болота на правом берегу р. Ляли. Часть зон может быть связана, однако, с высокотемпературным процессом образования роговообманковых габбро по оливиновым габбро и габбро-норитам, также происходящим обычно с уменьшением количества магнетита.

Список литературы

- Ефимов А.А., Ефимова Л.П., Маегов В.И. Стронций в плагиоклазе уральских габбро: петрогенетический и прикладной аспекты // Геохимия. 1989. № 11. С. 1541-1553.
- Ефимов А.А. Платиноносный пояс Урала: тектоно-метаморфическая история древней глубинной зоны, записанная в ее фрагментах // Отечеств. геология. 1999. № 3. С. 31-39.
- Duparc L. Grosset A. Recherches géologiques et pétrographiques sur le district minier de Nikolai-Pavda. Paris-Geneve, Dunod et Kundig, 1916, XXIV + 294 pp.