

Р.Н.Таян

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ТИПОМОРФНЫХ МИНЕРАЛОВ ПОРФИРОВИДНЫХ ГРАНИТОИДОВ МЕГРИНСКОГО ПЛУТОНА

Проведенные исследования охватывают в основном породы, составляющие наиболее молодой (нижнемиоценовый) интрузивный комплекс, сложенный порфировидными гранитоидами. Общая площадь их выходов на северо-западе Мегринского плутона, включая Казангельский массив южного Баргушата, около 200 км².

На основе проведенных ранее детальных геологических работ /7/ был установлен многофазный характер проявления рассматриваемого магматизма с формированием трех разновозрастных интрузивов в следующей последовательности их внедрения: 1) порфировидные граниты, 2) порфировидные среднезернистые гранодиориты и 3) порфировидные крупнозернистые гранодиориты. Площадь их выходов, соответственно, 12, 26 и 163 кв.км. С каждым из отмеченных массивов связаны "дополнительные интрузии" и жильные породы I этапа. Дайковые образования гранодиорит-порфиров двух генераций и спессартиты завершают развитие магматизма интрузивного комплекса порфировидных гранитоидов.

В статье для сравнения приведены также оптические характеристики главных породообразующих минералов граносиенитов более раннего /III/ интрузивного комплекса /2/, развитых как в экзо-контакте, так и в пределах выходов порфировидных гранитоидов в виде останцов вмещающих пород.

На основе проведенных петрографических исследований рассматриваются следующие вопросы: 1) структурного взаимоотношения породообразующих минералов с целью установления генераций и порядка их выделения, 2) определение оптических свойств типоморфных породообразующих минералов.

В табл. I дана краткая петрографическая характеристика главных разновидностей исследованных гранитоидов. Здесь же приведе-

ни данные по генерациям и порядку выделения типоморфных минералов в ходе кристаллизации магматического расплава.

Рассмотрим особенности состава и последовательности образования наиболее распространенных в исследованных гранитоидах породообразующих минералов: плагиоклазов, калиевых полевых шпатов, роговых обманок и биотитов.

Плагиоклаз. Является самым распространенным в изученных породах минералом (от 30 до 40%). Отмечаются порфировые выделения размером до 4-х и более сантиметров, характерные для гранодиоритов III фазы и дайковых пород поздней генерации гранодиорит-порфирового состава.

Согласно данным, полученным в результате оптических исследований рассматриваемых пород (табл. I), средний состав плагиоклазов из граносиенитов соответствует андезиту № 35. В породах I фазы нижнемиоценового интрузивного комплекса средний состав плагиоклаза соответствует олигоклазу № 18, в породах II фазы - олигоклазу № 21 и в породах III фазы - олигоклазу № 25.

В процессе развития магматизма интрузивного комплекса порфировидных гранитоидов наблюдается понижение основности плагиоклазов от более ранних к поздним интрузивным образованиям, что хорошо согласуется с химизмом этих пород.

Представляет интерес данные, характеризующие степень упорядоченности изученных плагиоклазов (табл. 2). Согласно им, наиболее высокая степень упорядоченности проявляется в плагиоклазах из граносиенитов, вмещающих интрузивный комплекс порфировидных гранитоидов, и в среднем соответствует 0,70.

Средние значения степени упорядоченности плагиоклазов из порфировидных гранитоидов I-ой фазы соответствуют - 0,31, пород II фазы - 0,59, крупнозернистых порфировидных гранодиоритов III фазы - 0,50.

Степень упорядоченности плагиоклазов из аплитовидных гранитов составляет - 0,50 и в целом соответствует степени упорядоченности пород III фазы, дополнительными интрузиями которых они являются. Средние составы плагиоклазов отмеченных пород также близки.

Для плагиоклазов описываемых пород характерно зональное строение. Зональность обычно нормальная, с более основными ядрами. И только в крупнозернистых порфировидных гранодиоритах III фазы, на фоне общего понижения основности от центра к периферии, в от-

Т а б л и ц а I

Петрографическая характеристика главных разновидностей
исследованных гранитоидов Мегринского плутона

Типы пород	Минеральный состав	Структура	Акцессорные минералы	Порядок выделения
Граносоединения (в андиоконтакте и останцы кровли)	Плаггиоклаз: I-я генер. идиоморф. разм. до 2,5 мм; II генер. разм. до 4 мм. Полисинтетический. Калишпат-криптопертит, разм. до 3 мм. Кварц-аллотриоморфный, волнистое погасание. Роговая обманка, разм. 3 мм. Биотит, разм. до 3 мм.	Гипидиоморфно-зернистая, микропегматитовая, среднезернистые	Сфен, циркон, апатит, магнетит	Роговая обманка, плаггиоклаз № 38-42, биотит, плаггиоклаз № 24-25, кварц, калишпат
Порфирировидные граниты (I фаза)	Калишпат-криптопертит. Образ. также двойникованные порфир. выдел. до 2,5 см. Кварц-порф. выдел. до 0,5 см. Мозаичный. Плаггиоклаз, разм. до 4 мм. Редко зональный. Биотит, характерные выделения до 0,4 см. Роговая обманка, разм. до 2 мм, замещ. биотитом.	Гранитная, крупнозернистые	Сфен, зональн. полисинтетические двойники разм. до 2 мм, апатит, циркон, ортит, магнетит	Роговая обманка, плаггиоклаз, биотит, калишпат (вкрапл.), калишпат, кварц.
Порфирировидные гранодиориты (II фаза)	Плаггиоклаз зональный, разм. до 3 мм. Калишпат - разм. 5-6 мм. Порф. выдел. до 3,5 см, криптопертит. Кварц, разм. 1 мм, мозаичный. Роговая обманка, призматическая, разм. 1 мм., редко двойники; биотит, лейциты разм. до 1,5 мм.	Гранитная, среднезернистые	Апатит, сфен, циркон, магнетит	Роговая обманка, плаггиоклаз № 22-24, биотит, калишпат (вкрапл.) плаггиоклаз (более кислый и краевые зоны) кварц, калишпат.

Продолжение таблиц I

Типы пород	Минеральный состав	Структура	Акцессорные минералы	Порядок выделений
Порфировидные гранодиориты (III фаза)	Платиноклаз в основной массе разм. до 8 мм. Порф. выдел. до 3х4,5 см. Зональный калишпат-криптопертит, разм. до 6х13 мм. Порф. выдел. до 4х6-7 см. Отмечаются двойники, а также оvoidы типа "рапакиви". Кварц разм. до 6 мм. Мозаичный. Роговая обманка, разм. до 5 мм. Порф. выдел. разм. до 0,5х1,5 см. Характерны двойниковые формы. Биотит разм. до 4 мм.	Наиболее характерна гранитная. Гранит-порфировая в эндок. и алик. фазах. Гранофиовая (апофизы, контакты). Крупнозернистые.	Сфен, циркон, апатит, магнетит	Роговая обманка, платиноклаз в 26-30, биотит, калишпат (вкрапля), платиноклаз (119-22 и краевые зоны), кварц, калишпат.

дельных участках наблюдается обратная зональность. Число зон колеблется от 2 до 10-11.

Замеры в сечениях, перпендикулярных первой кристаллографической оси, для зональных плагиоклазов из пород граносиенитового состава дали следующие составы зон: 1. Ядро № 45, средняя зона № 32, периферия № 24. 2. Ядро № 46, периферия № 30. Более кислые разновидности, входящие в состав этого интрузивного комплекса на юге и юго-западе, в экзоконтакте порфировидных гранитоидов содержат зональный плагиоклаз, ядро № 32, периферия № 20.

Подобные замеры зональных плагиоклазов в порфировидных среднезернистых гранодиоритах П фазы дали следующие результаты: 1. Ядро № 38, крайняя зона № 22 (шл. № 729). 2. Ядро № 40, средняя зона № 30, крайняя зона № 18 (шл. № 104). 3. Ядро № 36, средняя зона № 27, третья зона № 24, крайняя зона № 19 (шл. № 914).

Значительно более выраженную зональность обнаруживают плагиоклазы крупнозернистых порфировидных гранодиоритов III фазы. Для них характерно также одновременное проявление полисинтетически двойниковых полос и зонального строения. Замеры зональных плагиоклазов дали следующие результаты: 1. Ядро № 32, П-ая зона № 30, Ш-я зона № 28, IV-я зона № 25, V-я зона № 19. Индивид содержит включения плагиоклаза № 37 (шл. № 739). 2. Ядро № 36, П-я зона № 33, Ш-я зона № 31 (шл. № 697). 3. Ядро № 26, П-ая зона № 22, Ш-я зона № 25, IV-я зона № 21, V-я зона № 25, VI-я зона № 21, VII-я зона № 25, VIII-я зона № 14, IX-я зона № 19, X-я зона № 24, XI-я зона № 19. Размер кристалла 9 мм. В последнем случае устанавливается как прямая, так и обратная зональность, свидетельствующая о постоянно изменяющихся условиях в среде вокруг растущего плагиоклаза. Отмечаются случаи, когда зональность в крупных индивидах плагиоклаза проявляется отдельными участками вытянутыми параллельно [001], состав этих участков меняется до 2-4% An.

К а л и е в ы е п о л е в ы е ш п а т ы. Присутствуют в значительных количествах - 35-40%. Для всех разновидностей пород рассматриваемого интрузивного комплекса характерно присутствие крупных вкрапленников калишпата. В породах I фазы размером до 2,5 см, II фазы - до 4-х см, III фазы - до 6-7 см.

Т а б л и ц а 2

№ III.	№ или- ф.ов	Координаты До			2 v	Закон	№ пла- гио- клаза	№ III.	№ или- ф.ов	Координаты До			2 v	Закон	№ плагио- клаза
		Ng	Nm	Np						Ng	Nm	Np			
1.	698	82,5	56	35,5	-74	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	38(0,75) ^{x/}	22.	720	78,5	28,5	73,5	-73	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	26(0,50)
2.	II7	84	52,5	39,5	+80	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	40(I,0)	23.	8I2/2	8I,5	24,5	67,5	-88	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,50)
3.	870	83	65,5	25	-64	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	24(0,25)	24.	8I3	68	28	64,5	-72	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	26(0,50)
4.	233	84	63	28,5	-84	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	32(I,0)	25.	542	86	24,5	75,5	-70	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,50)
5.	233/2	82	58	33	-82	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	32(0,75)	26.	575	10,5	8I	84	-76	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	24(0,50)
6.	22I	74	35	57	+80	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	42(0,25)	27.	3I3	88	23,5	66,5	-82	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	16(I,0)
7.	1029	8,5	8I,5	86,5	-83	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	25(0,75)	28.	3I0	86	77,5	12,5	-74	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	10(I,0)
8.	I27	85,5	22	67	-80	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,25)	29.	560	8I,5	2I	7I,5	-76	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	8(0,25)
9.	50	86,5	20	70,5	+78	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	16(0,25)	30.	526	86	23	70,5	-62	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	10(0,00)
10.	275	86	20,5	7I	+78	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	16(0,25)	31.	7I	87	19	72,5	+70	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	10(0,50)
11.	14I	87	19	7I	-76	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	18(0,50)	32.	329	14	75,5	89	-74	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	30(0,75)
12.	167	87,5	17	72,5	-73	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	16(0,75)	33.	673	9,5	8I,5	90	-76	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	27(I,0)
13.	729	88	20,5	70	-72	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	20(I,0)	34.	329/2	23	67	89	-80	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	36(0,50)
14.	700/2	86,5	24,5	66	+60	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,75)	35.	26I	22	77,5	88	+84	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	35(0,50)
15.	106	77	26,5	68	-85	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,00)	36.	672	79	26,5	65,5	-78	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	26(0,50)
16.	139	86,5	68	22	-80	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	24(0,50)	37.	205	72,5	38	60	-78	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	34(0,50)
17.	742	85	22	64	-7I	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,50)	38.	579	30,5	6I,5	82	-89	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	50(0,25)
18.	8I0	80	28,5	62	-72	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	26(0,50)	39.	1028	75	48	47	-86	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	5I(0,25)
19.	8I2	86,5	24	66	-86	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,50)								
20.	1039	86,5	22,5	67,5	-82	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	22(0,50)								
21.	756	74,3	3I,5	65	-75	$\begin{smallmatrix} [001] \\ (010) \end{smallmatrix}$	30(0,50)								

x/ Определения степени упорядоченности (в скобках) и состава плагиоклазов проводились по диаграмме А.С.Марфунина (1960,1962).

I-7 - породы II-го комплекса, средний состав № 35; 8-II - граниты I-ой фазы, средний состав № 18;
 12-17- гранодиориты II-ой фазы, средний состав № 21; 18-23 - гранодиориты III фазы, средний состав № 25; 24-26 - породы дополнительных интрузий антитовидных гранитов, средний состав № 24; 27-31 - антиты, средний состав № 11; 32-34 - дайковые породы гранодиорит-порфирового состава I генераций, средний состав № 31; 35-37 - гранодиорит-порфировые дайки II-ой генерации, средний состав № 32; 38-39 - спескартиты, средний состав № 50.

Вкрапленники в отмеченных разновидностях отличаются также габитусом, окраской и количеством на единицу площади. В породах II фазы отмечаются также крупные оvoidы калишпата с каймой олигоклаза (тип рапакиви).

Во всех разновидностях горных пород изученного интрузивного комплекса калишпат как в основной массе, так и во вкрапленниках представлен пертитом. Тонкошхлякватые, субпараллельные полоски пертита имеют мощность до 0,1 мм и являются криптопертитами [4].

Для диагностики калиевых полевых шпатов замерены показатели преломления, координаты спайности и углы оптических осей (табл. 3). Данные рентгеновской триклинности калишпатов из порфировидных гранитоидов заимствованы у Б.М. Меликсетяна и равны 0,69.

Т а б л и ц а 3

Оптические свойства калиевых полевых шпатов исследованных гранитоидов

№ п/п	Показатели преломления			1(001)			Среднее - 2V	S _{тр} хх/
	Ng'	Nm'	Np'	Ng	Nm	Np		
1. 1,527 ^{х/}	1,525	1,518 - 1,519	-	86	5	87	63,4	0,48
2. 1,527	1,523 - 1,524	1,520 - 1,521	-	89	4	86	61,1	0,42
3. 1,525	1,523	1,519 - 1,520	-	88	6	84	62,1	0,45
4. 1,525 - 1,526	1,523 - 1,524	1,519 - 1,520	-	85	8	84	61,2	0,43
5. 1,526	1,523	1,520	-	90	9	82	61,3	0,43

х/ Точность измерения здесь и в последующих $\pm 0,002$

хх/ Степень триклинной упорядоченности вычислена по формуле $S_{тр} = 0,025 (2V - 40)$ (Марфунин, 1962).

1. Граносиениты. 2. Порфировидные граниты I-ой фазы. 3. Порфировидные гранодиориты II-ой фазы. 4. Порфировидные гранодиориты III-ей фазы. 5. Аплитовидные граниты.

Для определения содержания альбитовой составляющей можно воспользоваться диаграммой состав-свойства [1], согласно которой

в изученных калишпатах присутствует от 20 до 25% альбита. Содержание этой же составляющей, согласно диаграмме Хьюлетта (Марфунин А.С., 1962), равно в среднем около 20% альбита в твердом растворе.

Учитывая имеющиеся данные, калиевые полевые шпаты исследованных пород можно отнести /4/ к высоким-промежуточным триклинным ортоклаз-криптопертитам № 20-25.

Роговая обманка. Является наиболее распространенным темноцветным минералом в рассматриваемых породах. В гранодиоритах III фазы образует выделения размером до 2,5 см.

Для диагностики роговых обманок разновидностей изученных пород замерены координаты спайкостей, показатели преломления, а также углы оптических осей (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

№ пп	Координаты спайкости			Показатели преломления			Ng-Np	сNg	-2V
	Ng	Nm	Np	Ng'	Nm'	Np'			
1.	77	62	31	1,668	1,665	1,652 ^{x/}	-	17	72,70
2.	75	64	32	-	-	-	0,017 ^{xx/}	20,16	80
3.	75,5	62	33	1,669	1,666- 1,667	1,653	0,018	18	78,76
4.	-	-	-	-	-	-	-	17,20	78,73
5.	76,5	62	33,5	-	-	-	-	20	78
6.	72	62	35	1,669	1,666	1,653	-	18,22	76,80
7.	72	62	31,5	-	-	-	0,019	20,17	78,82
8.	-	-	-	1,668	1,665	1,652	-	18,20	80,80
9.	-	-	-	1,668	1,665- 1,666	1,652	0,016	18,18	79,78

x/ Точность измерения здесь и в последующих $\pm 0,003$

xx/ Величина двупреломления замерена компенсатором Никитина-Берека.

№ 1-2 - породы граносиенитового состава, № 3-4 - порфириовидные граниты I фазы, № 5-6 - порфириовидные среднезернистые гранодиориты II фазы, № 7-8 - порфириовидные гранодиориты III фазы, № 9 - аллитовидный гранит.

Оптические свойства роговых обманок исследованных интрузивных пород различного возраста не обнаруживают значительных колебаний констант. Незначительное увеличение значений угла $\epsilon:Ng$ до 19° и -27 до 79° (среднее по замерам) устанавливается для пород III фазы интрузивного комплекса порфириновых гранитоидов.

По координатам спайности /6/ и оптическим свойствам относятся к обыкновенной роговой обманке. Общая железистость изученных роговых обманок /5/ составляет около 40%.

Б и с т и т. Наибольшие содержания биотита отмечаются в порфириновых гранитах I фазы (до 2,5%), где он образует таблитчатые выделения размером до 0,4 см.

Биотиты изученных разновидностей пород обнаруживают близкие оптические свойства. Значения показателя преломления по Ng соответствуют 1,638 - 1,639 при точности измерения 0,003. Плеохроизм от темно-коричневого - по Ng до светло-коричневого - по Nm. Биотиты с подобными оптическими свойствами, согласно /1/, содержат 50% флогопитовых и 50% лепидомалановых весовых частей. Общая железистость изученных биотитов /5/ составляет около 45%.

Имеющиеся данные микроструктурного анализа по плагиоклазу и биотиту рассматриваемых пород /3/ дают основание утверждать, что выделение этих минералов происходило в движущемся магматическом расплаве, что позволило им ориентироваться согласно определенным направляющим поверхностям (контакты, кровля).

Время кристаллизации плагиоклазов устанавливается по их взаимоотношениям с другими минералами. Плагиоклаз ранних генераций (таблица I) кристаллизуется после роговой обманки, но идиоморфен по отношению к биотиту, калиевому полевому шпату и кварцу.

Плагиоклаз поздней генерации и биотит в большинстве случаев имеют одинаковую степень идиоморфизма, близки по времени образования. Четкий идиоморфизм биотита наблюдается по отношению к кварцу, калиевому полевому шпату и слабее - в участках контакта его с плагиоклазом поздней генерации. Наибольший идиоморфизм биотита проявляется по отношению к внешним зонам многозональных плагиоклазов. Во всех разновидностях изученных пород плагиоклаз идиоморфен по отношению к калиевому полевому шпату основной массы и кварцу.

Таким образом, основная масса плагиоклаза развивается в ин-

тервале после кристаллизации роговых обманок и в значительно преобладающей массе до и вместе с биотитом. Последнее с учетом данных микроструктурного анализа по биотиту, устанавливающего кристаллизацию биотита, как и вкрапленников плагиоклаза в условиях движения расплава, дает основание считать, что в статическом состоянии, по-видимому, могли кристаллизоваться только калиевые полевые шпаты, кварц, а также незначительное количество ксеноклаза.

Отмеченное, а также целый ряд других факторов исключают, по-видимому, возможность метасоматического образования рассматриваемых гранитоидов. Наряду с этим при кристаллизации порфириовидных гранитоидов в верхних структурных этажах, в камерах становления интрузивов, имели место аутометасоматические процессы, наиболее широко проявленные в порфириовидных гранодиоритах III фазы - в самом крупном из рассмотренных интрузивных массивов комплекса порфириовидных гранитоидов.

Основываясь на проведенных исследованиях, можно отметить следующее:

1. В общей сложности породы, слагающие интрузивный комплекс порфириовидных гранитоидов, являются более лейкократовыми по сравнению с породами граносиенитового состава предшествующего III интрузивного комплекса Мегринского плутона.

2. Средний состав плагиоклазов в граносиенитах соответствует андезиту № 35. Средние составы плагиоклазов по фазам пород комплекса порфириовидных гранитоидов представлены соответственно олигоклазами № 18, № 21 и № 25. В ядрах отдельных зональных кристаллов в порфириовидных гранодиоритах обеих фаз отмечаются плагиоклазы № 36-40.

3. Менее упорядоченное состояние плагиоклазов из интрузивных пород порфириовидных гранитоидов может быть связано с гипабиссальными условиями становления этих интрузивов.

4. Отмечается абсолютное преобладание альбит-карлсбадского закона двойникования плагиоклазов в породах граносиенитового состава, тогда как в порфириовидных гранитоидах преобладают карлсбадские двойники.

5. Согласно данным, полученным при измерении оптических констант, не установлено существенных различий состава роговых обманок, биотитов и калиевых полевых шпатов. Калиевые полевые шпаты

ты представлены разновидности высших-промежуточных триклинических ортоклаз-кварцевитов в 20-25.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виггелл А.Н. и Виггелл Г. Оптическая минералогия. - ИЛ, 1953.
2. Карамин И.А., Тали Р.Н., Гузмидян О.П. Основные черты интрузивного магматизма Зангезурского рудного района Армянской ССР. - Известия АН АрмССР, Науки о Земле, № 1, 1974.
3. Кочарян В.Г., Тали Р.Н. Некоторые закономерности ориентировки второго пинакоида плагиоклазов в интрузивах Мегринского плутона. - Известия АН АрмССР, Науки о Земле, № 1-2, 1967.
4. Марфунин А.С. Полевые шпаты-фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распространение. - Тр. ИГЕМ, вып. 76, 1962.
5. Соболев В.С. Значение железистости феррических минералов и вспомогательные диаграммы для определения состава биотитов, роговых обманок и ромбических пироксенов. - Мин. сб. Львов, геол. об-ва, № 4, 1950.
6. Соболев В.С. Федоровский метод. - Госгеолтехиздат, 1954.
7. Тали Р.Н. Новые данные о геологическом строении интрузии порфировидных гранитов и гранодиоритов Мегринского плутона. - Известия АН АрмССР, геолог. и географ. науки, № 3, 1963.