

Список литературы

1. Ильченко В.О., Клепиков А.В., Попов Г.Г. и др. Поисково-оценочные работы на участках Кедровского золоторудного месторождения в 2013 г. Отчет. ООО «Телтур С-В», Санкт-Петербург, 2014. 158 с.
2. Намолов Е.А., Матвейчук А.А., Андреева В.С. и др. Отчет о поисково-разведочных работах Багдаринской партии на рудное золото. Иркутск, 1991. 190 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД ЭЛЬМУССКОЙ СТРУКТУРЫ И ИХ РУДОНОСНОСТЬ

Дмитриева А.В.

Институт геологии Карельского научного центра РАН, dmitrievaa-v@yandex.ru

Введение. Эльмусская структура, расположенная в центральной Карелии, сложена архейскими и протерозойскими образованиями. Архейские зеленокаменные лопийские толщи вытянуты в меридиональном направлении и имеют крутое падение. Они представлены метабазами, туфами, сланцами и коматититами семчеченской свиты, кислыми и средними вулканогенно-осадочными образованиями бергаульской свиты. Лопийские толщи прорываются телами ультрабазитов, габброидов, дайками риодацитов, гранитоидами и санукитоидным массивом.

Архейские образования перекрываются протерозойскими (сариольскими и ятулийскими) отложениями, образующими небольшие синклинальные структуры.

В районе Педролампи метабазальты нижней части разреза прорываются порфировыми дайками. Вблизи контакта с ятулийскими кварцевыми конгломератами развиты альбит-карбонат-хлоритовые сланцы и аркозовые песчаники, в которых также встречаются крупные обломки и будинированные овальные тела Na-риодацитов и кварцевых жил разного размера. На участке Гавшламной (южнее оз. Педролампи) серицит-хлоритовые сланцы по туфам средних и основных пород прорываются телами габброидов. В районе ручья Талпус туфогенно-осадочная толща бергаульской свиты, содержащая прослойки вкрапленных и массивных колчеданных руд, прорывается гранитным интрузивом, возможно, представляющим собой апофиз более крупного массива.

Геохимические особенности интрузивных пород и рудная минерализация. Лопийские толщи прорываются архейскими интрузивными телами *ультрабазитов* (Столбовая гора), *габбро* (Гавшламной), *Na-Ca гранитами* и *диоритами* (массив Орехозерский) и сопутствующими им дайками, *гранит-порфирами* (массив Талпус), 4) *санукитоидами* (Эльмусский массив) 5) *Na-K-гранитами* (восточнее оз. Пунозеро и в центральной части структуры) и различными кислыми дайками.

Дайки архейских *габбро* (Гавшламной) прорывают метабазаальты. Рассланцевание и изменения вмещающих пород и габбро приурочены к меридиональной шир-зоне. Изменения представлены ассоциацией лиственитов (карбонаты, хлорит, серицит, альбит, кварц), эпидозитов и секутся кварцевыми жилами. Метасоматиты выделяются по повышенным содержаниям Li, Rb, Sr, As (4,1%), Cu (280 ppm), Sb (60 ppm), W (63 ppm), появлению вкрапленности мелких кристаллов арсенопирита (табл. 1). Арсенопирит ассоциирует с пирротином, халькопиритом, рутилом. Реже встречаются ульманнит, герсдорфит, кобальтин, шеелит, галенит, в арсенопирите – тонкое золото.

Орехозерский массив (ТТГ-серия) представлен гранитами, диоритами и дайками гранит-порфиров. Диориты содержат SiO₂ 68,67%, Σalk 6,3 (Na>Ca>K), их изменения сопровождаются образованием эпидота, альбита, серицита по плагиоклазу, хлорита по биотиту. В ореоле массива развиты порфировые дайки. Диориты и дайки имеют близкий состав, они содержат ΣREE 130–98 ppm, Li 29-15, Rb 92-46, Zr 74-86, Cu, Zn до 18–51 ppm, Pb 2,2-11,5, Sb 2-3, W 0,3-1,4, Mo 0,3–0,47 ppm (табл. 1, рис. 1). Концентрация As повышается локально в зонах изменений: от 2–64 в диоритах, до 235–325 ppm в дайках западного экзоконтакта массива.

Дайки риодацитового состава (Na-порфиры) встречаются в районе Педролампи, отличаются высоким содержанием Na (SiO₂ 67,6–71,1%, $\Sigma alk=7,82\%$, Na>>K) и низкой концентрацией элементов-примесей (табл. 1, рис. 1), что типично для порфировых пород – дифференциатов толеитовых базальтов. Связь золото-сульфидной минерализации с ними не установлена. Au-S-оруденение приурочено к шир-зоне (вблизи контакта с ятулийскими толщами), в которой разные по составу породы изменены до лиственитов или березитов, встречаются будинированные кварцевые жилы и вкрапленно-гнездовая пиритовая минерализация. Более поздними являются турмалин-хлорит-серицит-карбонатные метасоматиты и жилы с пиритом, халькопиритом и Ag-золотом.

Таблица 1. Химический состав некоторых типов интрузивных пород Эльмусской структуры

Комп.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂ , %	49,06	67,6	71,1	68,67	75,2	76,15	75,24	73,16	75,20	51,16	50,76	58,4	64,14
TiO ₂	0,81	0,25	0,24	0,5	0,13	0,18	0,18	0,43	0,20	0,70	1,04	0,54	0,38
Al ₂ O ₃	14,67	15,45	15,2	15,64	12,8	12,63	12,45	14,65	14,0	5,33	12,98	15,10	14,94
Fe ₂ O ₃	2,94	0,48	0,66	1,3	1,13	0,48	0,81	1,65	1,08	3,62	4,72	2,0	1,41
FeO	8,04	1,11	1,11	1,9	0,52	0,89	0,86	0,57	0,72	5,74	4,75	3,0	2,01
MnO	0,183	0,04	0,024	0,039	0,025	0,025	0,036	0,033	0,025	0,226	0,162	0,105	0,061
MgO	8,58	0,87	1,03	1,52	0,62	0,26	0,40	0,25	0,67	14,00	4,86	4,94	3,13
CaO	9,08	3,4	1,29	2,38	1,72	1,36	1,10	0,29	0,29	14,42	14,60	6,13	3,36
Na ₂ O	2,09	7,62	7,54	4,92	4,38	5,44	4,24	5,17	4,20	0,33	2,20	3,71	4,44
K ₂ O	0,07	0,2	0,27	1,84	1,61	0,89	2,98	2,07	2,47	0,17	0,67	4,32	4,73
H ₂ O	0,13	0,09	0,1	0,13	0,09	0,11	0,16	0,14	0,09	0,43	0,09	0,12	0,09
ppp	4,15	2,6	1,06	0,94	1,58	1,37	1,52	1,41	1,02	3,13	2,10	1,32	0,79
P ₂ O ₅	0,04	0,11	0,1	0,18	0,03	0,04	0,02	0,05	0,02	0,32	0,60	0,53	0,35
Сумма	99,84	99,82	99,72	99,96	99,84	99,83	99,99	99,87	99,98	99,58	99,53	100,2	99,83
Σalk	2,16	7,82	7,81	6,76	5,99	6,33	7,22	7,24	6,67	0,5	2,87	8,03	9,17
mg#		0,50	0,52	0,47	0,42	0,26	0,31	0,18	0,42	0,73	0,49	0,65	0,63
V ppm	266	36,3	42	–	340	12	<PO	20,41	<PO	167	185	111	72,3
Cr	213	44	42	36	46	47	37,93	23,06	120,7	512	306	201	151
Ni	150	17,6	16,7	13,7	9	12,3	11,81	6,48	52,85	247	127	68,7	65,4
Cu	89	31,6	6,5	51	14	–	8,95	10,44	32,34	11	84	33	48,7
Zn	91	7,4	6,9	18,5	17,2	22,8	117,2	54,43	32,53	123	103	78	67
As	6,5	12,5	<PO	2,2	325	21	79,95	45	910,5	7,5	18,6	12	<PO
Rb	0,73	1,36	0,68	45,8	54	30	74,9	68,55	80,1	2	16	71	124
Sr	129	105	61,3	265	75	285	141,2	201,4	76,41	440	2039	1836	1286
Y	17,5	7,5	2,65	7	10	15	14,3	10,18	18,12	32,7	25,4	19,8	14,5
Zr	9,6	130	140	86	80	196	169,9	227,5	199,8	87	39,4	155	265
Nb	2,2	1,7	2,1	7,2	5	9,3	12,71	11,91	14,13	4,9	3,71	5	9,8
Mo	0,33	0,55	0,44	0,47	0,36	1,87	2,81	1,45	2,32	0,72	0,57	0,85	1,35
Ag	0,04	1,25	0,28	<PO	<PO	0,14	0,51	0,61	0,79	0,2	0,23	<PO	<PO
Sn	0,53	<PO	<PO	1,4	1,3	1,96	3,37	3	3,15	1,5	1,57	0,6	0,44
Sb	11,4	2,3	1,57	<PO	2,1	3,14	4,59	2,44	8,87	0,4	0,35	0,62	0,44
Te	0,55	<PO	<PO	0,01	0,05	0,06	2,64	3,5	3,8	1,3	1,14	0,2	<PO
Ba	30,5	139,4	125,3	562	327	337,4	720	705,3	712,2	71	623	4291	2560
Ta	0,19	0,22	0,21	1,15	0,57	1,1	0,73	0,26	0,82	0,3	0,1	0,41	0,75
W	0,79	0,97	0,68	0,2	0,31	0,8	1	1,01	1,85	0,72	0,78	0,44	0,62
Pb	4,4	5,6	2,8	11,5	4,1	73	2,81	11,07	10,27	11,7	11,4	36,6	58,2
Bi	<PO	0,06	0,1	0,01	0,02	0,06	0,25	0,63	0,6	0,3	0,2	0,21	0,42
Th	0,28	6,44	3,97	4,8	9,2	13	10,98	6,4	14,14	6,9	3,32	13	40,4
U	0,08	1,2	0,86	1,15	1,83	2,46	2,02	1,87	3,66	2,3	0,44	2,5	6,3
ΣREE	30	38	43	112	98	248	236	51	140	541	778	584	526
№ обр.	397	П-3	П-5	П-10	П-11	П-9	402/6	405	402/4	380	382/1	270	263

Примечание: 1 – измененные габбро (Гавшланоя); 2-3 – Na-плагиопорфиры (Педролампи); 4-5 – Орехозерский массив (4 – диориты, 5 – порфиновые дайки); 6-9 – массив Талтус (6 – альбитизированный гранит-порфир; 7-8 – гранит-порфиры; 9 – измененные граниты с арсенопиритом). 10-13 – Эльмусский массив (10 – пироксенит, 11 – габбро, 12 – монодиорит, 13 – кварцевый сениит). <PO – ниже предела обнаружения, прочерк – нет данных.

Талтусский массив расположен в центральной части Эльмусской структуры, вытянут в субмеридиональном направлении, представляет собой небольшое интрузивное тело, сложенное гранит-порфирами. Интрузив прорывает лопийские толщи бергаульской свиты, возраст его составляет 2861±10 млн лет (Иванов, Лохов, 2015) и близок возрасту Карташинского массива (2810±60, Лобач-Жученко, Левченков, 1985). Граниты сопровождаются кварцевым штокверком. Содержание SiO₂ в них ~ 75%, Σalk=7,2–6,7% (Na>K>Ca), сумма REE варьирует в пределах 248–190 ppm, магнизиальность пород (mg#) низкая – 0,18–0,31 (табл. 1, рис. 1). В измененных гранитах в кварцевом штокверке магнизиальность снижается до 0,12–0,17, сумма щелочей колеблется от 4,8 до 1,6%, уменьшается содержание редких земель от 140 до 65–23 ppm, а также Rb, Sr, Y, Zr и Ba. Кварцевые жилы имеют простираение с аз. 1) 290–295° СЗ, 2) 320–330° СЗ, 3) 45–50°, реже 30° СВ. Их мощность колеблется от 5–15 см до 1–2 мм. В штокверке относительно менее измененных гранитов отмечается увеличение As, Pb, Zn, Cu, Sb, Ag. Характер изменений гранитов в центральной части штокверка кварц-серицитовый, во внешнем ореоле развиты эпидот, кальцит, хлорит. В зальбандах кварцевых жил образуется галенит-арсенопиритовая минерализация, которая сменяется арсенопирит-сфалерит-халькопирит-пиритовой на удалении. Растворы, сопровождающие становление гранитов, оказали существенное влияние и на вмещающие толщи, и колчеданные руды, расположенные восточнее массива. Во вмещающих породах в ореоле гранитного массива по зонам рассланцевания формируются альбит-серицит-кварц-карбо-

нат(кальцит-анкерит)-хлоритовые метасоматиты. Рудная минерализация представлена вкрапленностью арсенопирита с пирротинном, наложенная прожилковая ассоциация представлена сульфидами (пирит, пирротин, халькопирит, галенит), встречаются Cu-, Pb- и Ag-сульфосоли и золото (Олейник и др., 2013).

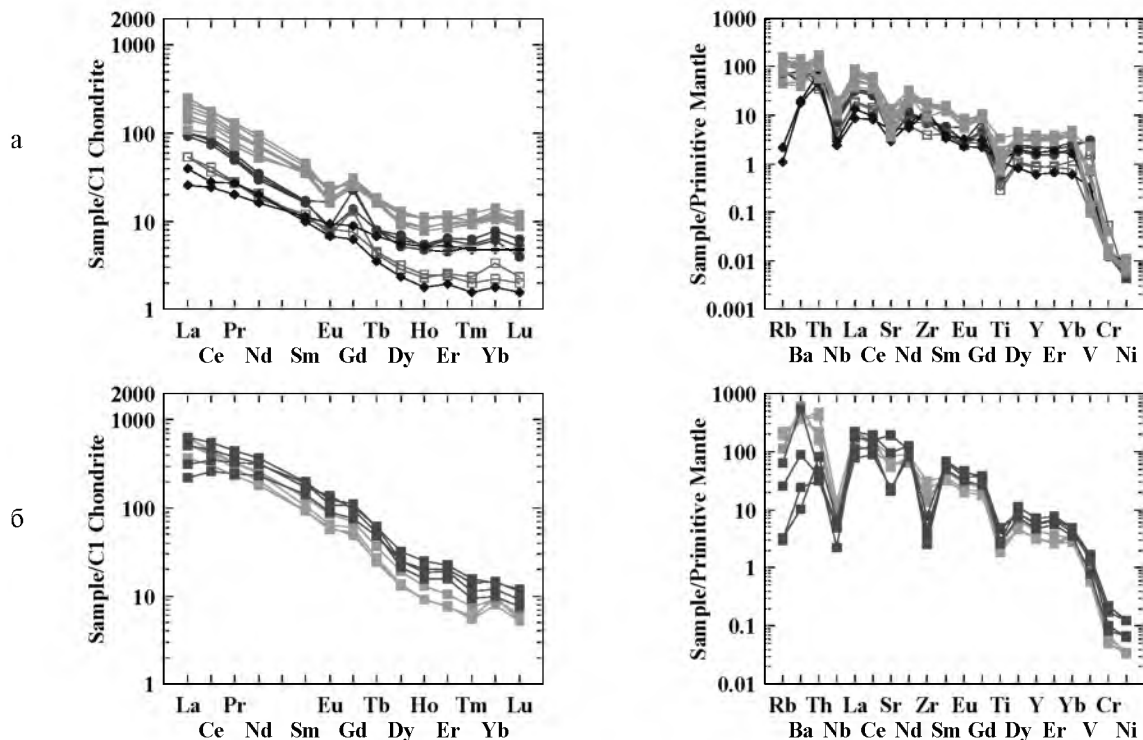


Рис. 1. Распределение REE и спайдерграммы для гранитов и порфировых даек Эльмусской структуры, нормированные к хондриту и примитивной мантии по (Sun, MacDonough, 1989)

А: ■ – гранит-порфиры Талпусского массива, ● – диориты Орехозерского массива и дайки в его ореоле, ◆ – Na-порфиры (Педролампи), □ – граниты центральной части Эльмусской структуры. Б: Эльмусский массив: ■ – метапироксениты и габбро (I-я фаза), ▨ – монцодиориты, кварцевые сиениты (II-я фаза)

Эльмусский санукитоидный массив (2741±7 млрд лет, Bibikova et al., 2005) образует вытянутое в СВ направлении тело в ЮЗ части структуры, сложен метапироксенитами и габбро 1-й фазы, представленными в незначительном объеме в северо-западной части интрузива, и монцодиоритами и кварцевыми сиенитами 2-й фазы. Кислые дифференциаты массива характеризуются высокой магнезиальностью (0,60–0,68) при содержании SiO₂ 58,0–64,14% и сумме щелочей 7,96–9,47% (табл. 1). Отношение Na₂O/K₂O изменяется от 0,78 до 1,64. Породы обеих магматических фаз отличаются высокими содержаниями REE и высокой степенью дифференцированности, обогащены как совместимыми, так и несовместимыми элементами, что является характерной чертой санукитоидных комплексов (рис. 1). С метапироксенитами и габбро связана вкрапленная апатит-титанитовая и поздняя наложенная сульфидная минерализация (пирит, халькопирит, реже пентландит). Более поздняя Th-REE-минерализация отмечается в породах обеих магматических фаз. Для кислых дифференциатов 2-й фазы характерно повышенное содержание Th (до 40,4 ppm). Торит в монцодиоритах и сиенитах встречается достаточно часто, ассоциирует с бастнезитом, апатитом, титанитом и эпидотом. Содержание редких земель в породах Эльмусского массива варьирует от 778 до 399 ppm. Лантаноиды фиксируются в составе ортита, Се-эпидота и более поздних REE-содержащих F-карбонатов. В породах 2-й фазы встречаются акцессорные шеелит, молибдошеелит и галенит. Благороднометальная минерализация в ореоле массива не установлена.

Выводы. Метаморфизм вмещающих толщ не превышает зеленосланцевой фации. Изменения пород и благороднометальное оруденение Эльмусской структуры связаны с формированием интрузивных тел (гидротермально-метасоматические) и метаморфогенно-метасоматическими процессами, происходящими при формировании шир-зон. С Талпусским гранитным массивом связана арсенопиритовая малозолотоносная минерализация. В штотверке относительно менее измененных гранитов наблюдается увеличение As, Pb, Zn, Cu, Sb, Ag и прямая корреляция этих элементов. Богатой рудной минерализации с Эльмусским санукитоидным массивом не выявлено.

Список литературы

1. Иванов Д.В., Лохов К.А. Первые данные о U-Pb возрасте цирконов из гранитного массива Талпус (Эльмусская площадь, центральная Карелия) // Материалы IV Междун. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского. СПб. 2015. С. 431–435.
2. Лобач-Жученко С.Б., Левченко О.А. Новые данные по геохронологии Карелии // Изотопные методы и проблемы геологии докембрия Карелии. Петрозаводск, 1985. С. 5–26.
3. Олейник И.Л., Кулешевич Л.В., Лавров О.Б., Иванов Д.В. Рудно-формационные типы и минеральные ассоциации золоторудных объектов Эльмусской площади // Материалы межд. конф. «Золото Фенноскандинавского щита». Петрозаводск. 2013. С. 141–145.
4. Bibikova E.V., Petrova A., Claesson S. The temporal evolution of the sanukitoids in the Karelian Craton, Baltic Shield: an ion microprobe U-Th-Pb isotopic study of zircons. Lithos. 2005. V. 79. P. 129–145.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАТИНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ УЧАСТКА СЕВЕРНЫЙ КАМЕННИК ЗАПАДНО-ПАНСКОГО МАССИВА

Иванов А.Н., Корчагин А.У.

Геологический институт КНИЦ РАН, Анатимы, aniva51@mail.ru

Введение. Пачка линзовидно-ритмичного чередования пироксенитов, норитов, габброноритов, лейкогабброноритов и анортозитов, или Нижний расслоенный горизонт (НРГ), протягивается практически по всей длине Западно-Панского раннепротерозойского интрузивного габброноритового массива (ЗПМ), расположенного в центральной части (рис. 1) Кольского полуострова (Латыпов, Чистякова, 2000). На участке Киевей в пределах НРГ разведано одноименное Pt-Pd малосульфидное месторождение (Корчагин и др., 2009), представленное рудными телами, которые располагаются над базальным пироксенитовым маркером и приурочены к ритмам горизонта. На участке Каменник, который является западным продолжением НРГ, установлены существенные фациальные вариации как в стратиграфической последовательности слагающих горизонт пород, так и в распределении рудных тел по разрезу.

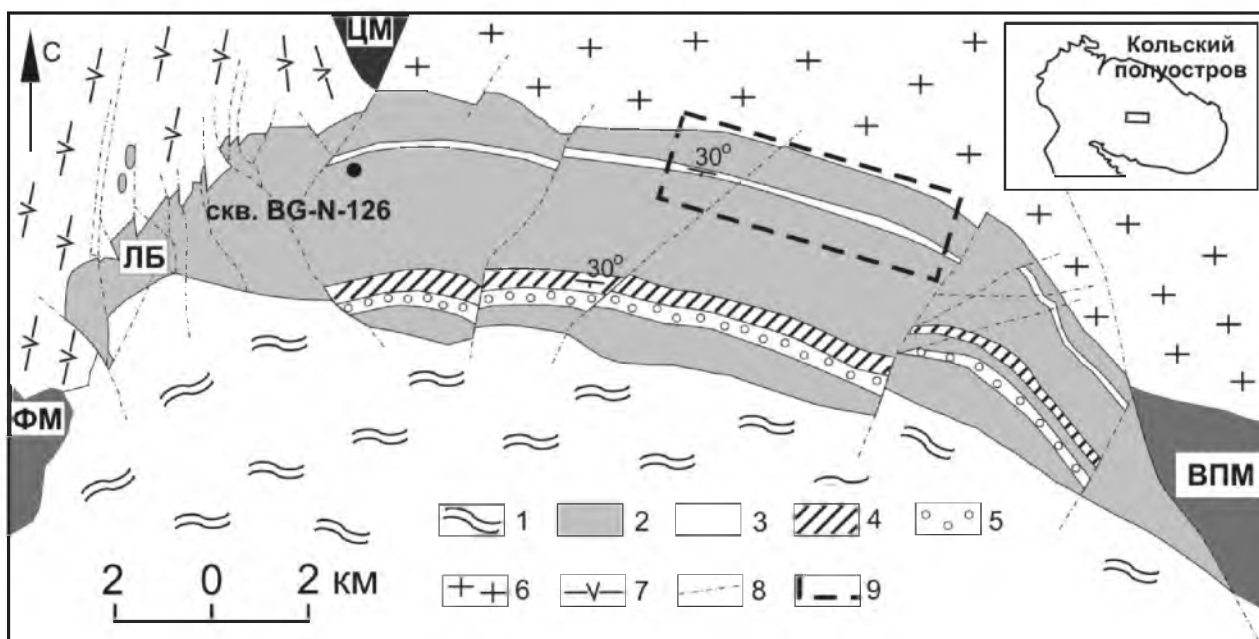


Рис. 1. Упрощенная схема геологического строения Западно-Панского массива

Условные обозначения: 1 – вулканогенно-осадочные породы зоны Имандра-Варзуга; 2 – породы Западно-Панского массива, преимущественно габбронориты; 3 – породы НРГ; 4 – верхний расслоенный горизонт; 5 – породы оливинового горизонта; 6 – щелочные граниты массива Белых тундр архейского возраста; 7 – диорито-гнейсы архейского возраста; 8 – разрывные нарушения; 9 – граница участка месторождения Киевей. ЦМ – Цагинский габбро-анортозитовый массив архейского возраста; Федорово-Панский комплекс: ФМ – Федоровотундровский массив, ЛБ – Ластыярский блок, ВПМ – Восточно-Панский массив.