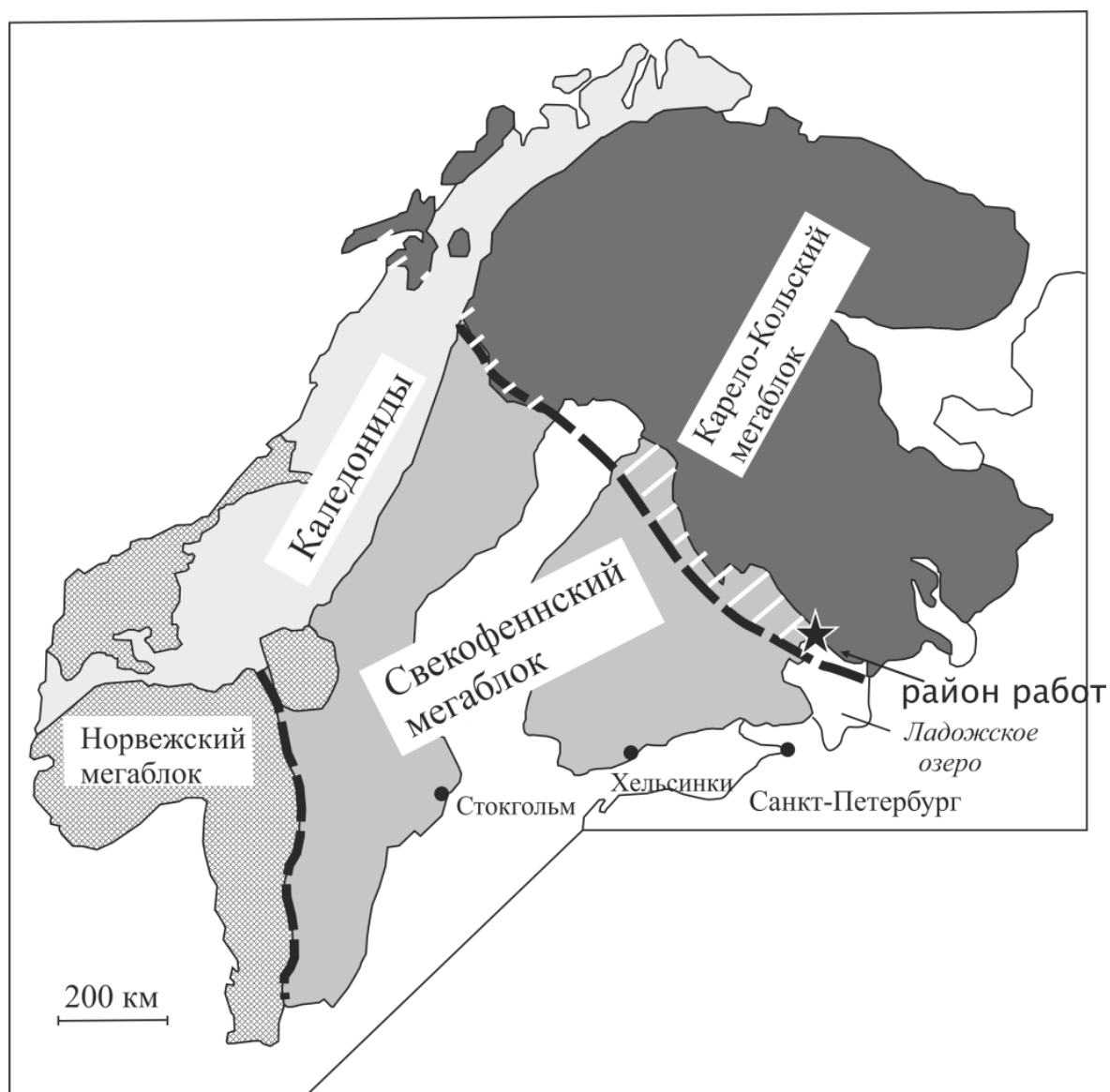


Приложения 1.1-1.11

Эволюция раннепротерозойского (людиковийского) рифтогенного бассейна юго-западной окраины Карельского кратона (Балтийский щит).

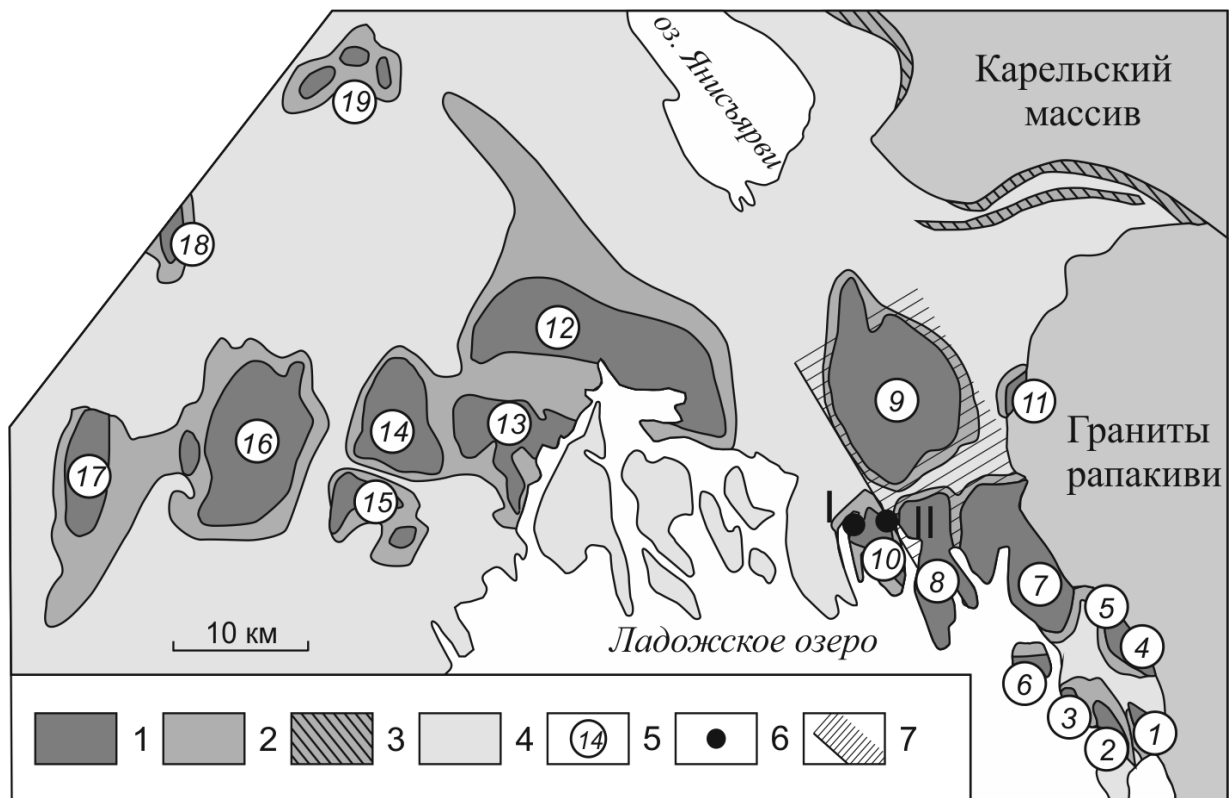
Ирина Клавдиевна Котова, Фаина Андреевна Гордон, Анна Николаевна Магаева

Приложение 1.1 Схема расположения тектонических блоков Фенноскандии, по (Балтыбаев, 2005) с изменениями. Жирным пунктиром показаны зоны сочленения мегаблоков: Свекофеннского и Карело-Кольского; Свекофеннского и Норвежского. Заштрихована Раахе-Ладожская зона.



Приложение 1.2 Схема размещения гранитогнейсовых купольных структур на территории Северного Приладожья (Воинов, Котова, 2012, на основе (Хазов, Иващенко, 1979)) и положение участка исследований.

1 – гранитогнейсы купольного ядра (AR-PR); 2 – осадочно-вулканогенные комплексы сортавальской серии и питкярантской свиты в обрамлении купольного ядра (PR1); 3 – доломиты и сланцы соанлахтинской свиты (PR1); 4 – ладожская серия; 5 – купола питкярантской (1-11) и сортавальской (12-19) групп: Уксинский (1), Ристиниемский (2), Хепосельский (3), Люпикковский (4), Винбергский (5), Пусунсарский (6), Койринойско-Питкярантский (7), Мурсульский (8), Коккосельский (9), Импилахтинский (10), Юканкосковский (11), Кирьяволахтинский (12), Сортавальский (13), Йокирантский (14), Мейерский (15), Латвасюрско-Менсунварский (16), Пюхьярвинский (17), Раяйокский (18), Яккимский (19); 6 – участки детализации (I – Западный, II – Северовосточный); 7 – область проявления графитосодержащих пород питкярантской свиты.



Приложение 1.3 Таблица характеристик содержаний петрогенных элементов в породах питкьярантской свиты участка Западный (%)

характеристики	SiO ₂ %	CaO %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	MgO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	MnO %	P ₂ O ₅ %
Средняя толща (PR ₁ pt ₂), амфиболиты, n=2										
min – max	50,00-50,50	8,92 - 9,19	12,20 - 19,90	14,00 - 14,70	8,13 – 10,60	2,41 – 3, 26	0,35 – 0,63	1,10 – 1,51	0,17 – 0,20	0,15 – 0,28
среднее (X _{ср})	50,25	9,06	16,05	14,35	9,37	2,84	0,49	1,31	0,19	0,22
Стандарт (S)	0,35	0,19	5,44	0,49	1,75	0,60	0,20	0,29	0,02	0,09
Верхняя толща, пачка 1 (PR ₁ pt ₃ ¹) n=16										
min – max	38,46 – 56,40	3,12 – 20,57	9,89 – 16,74	10,02 – 18,30	4,98 – 10,50	0,40 – 4,21	0,18 – 4,11	0,82 – 1,82	0,04 – 0,31	0,09 – 0,31
среднее (X _{ср})	46,88	11,57	13,04	14,24	7,77	2,10	1,07	1,23	0,17	0,18
Стандарт (S)	5,25	5,77	2,08	2,24	1,84	1,24	1,17	0,30	0,07	0,06
Верхняя толща, пачка 2 (PR ₁ pt ₃ ²) n=4										
min – max	44,20 – 51,40	11,60 – 14,30	9,10 – 13,50	12,00 – 15,20	6,51 – 9,51	1,74 – 2,35	0,37 – 1,50	0,91 – 1,54	0,10 – 0,90	0,13 – 0,26
среднее (X _{ср})	47,73	9,17	13,05	15,28	10,75	2,73	0,79	1,24	0,16	0,16
Стандарт (S)	3,27	2,28	0,87	0,90	0,97	0,81	0,29	0,21	0,04	0,04
Верхняя толща, пачка 3 (PR ₁ pt ₃ ³) n=5										
min – max	44,50 – 48,56	11,60 – 14,30	9,10 – 13,50	12,00 – 15,20	6,51 – 9,91	1,74 – 2,35	0,37 – 1,50	0,91 – 1,54	0,10 – 0,90	0,13 – 0,26
среднее (X _{ср})	46,39	12,75	11,16	13,75	8,54	2,02	0,77	1,26	0,29	0,20
Стандарт (S)	1,67	1,08	1,75	1,45	1,50	0,22	0,43	0,25	0,35	0,06
Верхняя толща, пачка 4 (PR ₁ pt ₃ ⁴) n=15										
min – max	35,50 – 84,19	0,54 – 23,90	4,44 – 14,14	6,45 – 17,63	1,51 – 13,30	0,39 – 3,20	0,10 – 2,04	0,24 – 1,71	0,02 – 1,88	0,06 – 0,23
среднее (X _{ср})	48,19	9,99	10,25	13,57	8,35	2,13	0,95	1,00	0,20	0,17
Стандарт (S)	11,51	5,43	2,27	4,02	2,58	0,76	0,55	0,43	0,23	0,05

Приложение 1.4 Таблица содержаний редкоземельных элементов в ортоамфиболитах питкьярантской свиты (ppm)

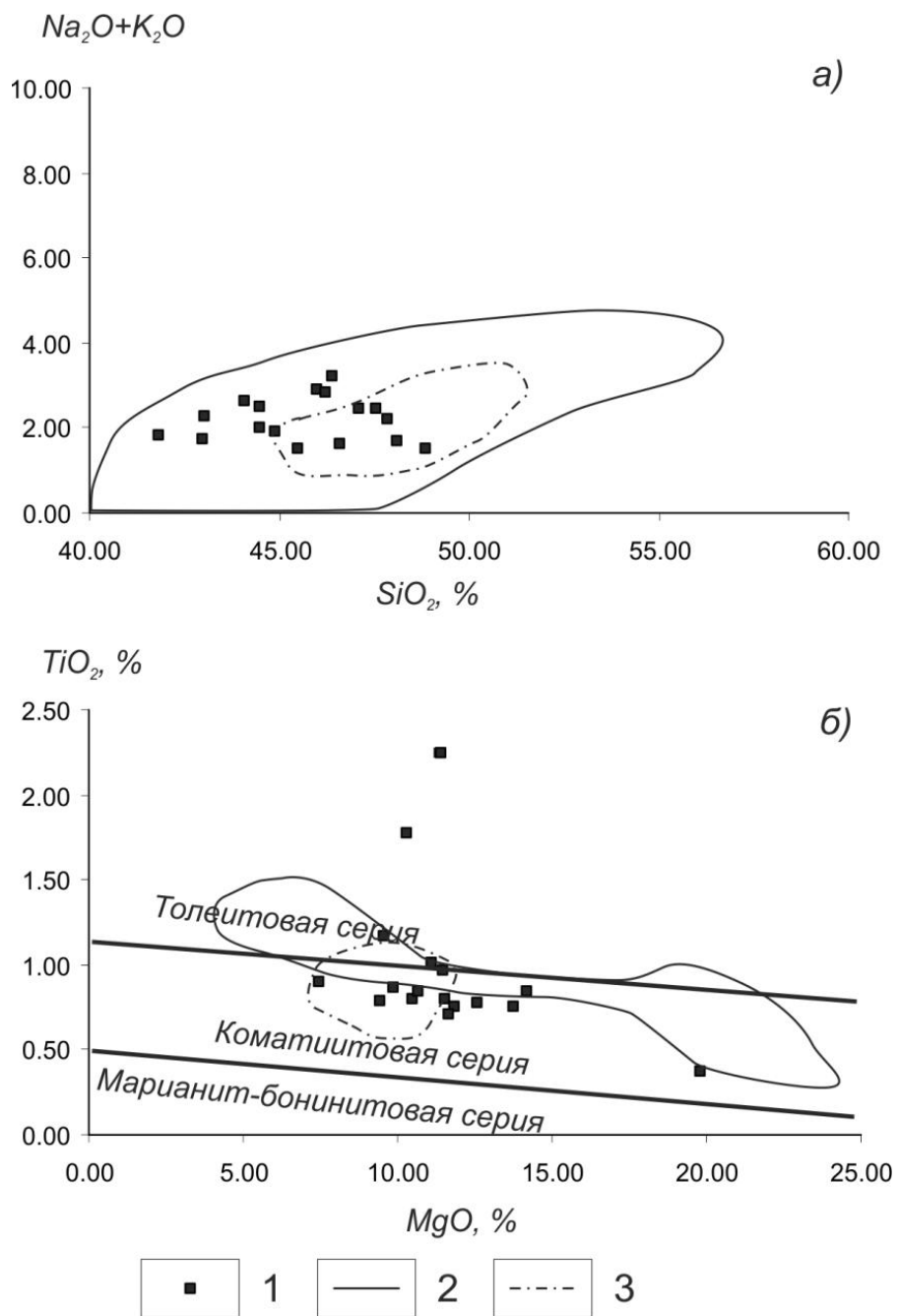
№ проб	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Участок Северовосточный															
3-2	17.3	1.74	5.06	.93	4.33	1.50	.68	1.85	.42	2.63	.65	1.94	.30	1.80	.29
4-1	20.7	2.29	6.30	1.07	5.65	2.01	.84	2.31	.45	3.17	.70	2.28	.36	2.09	.35
25-1	17.6	1.76	5.17	.91	4.69	1.79	.62	1.90	.43	2.88	.66	2.02	.30	1.90	.30
30-1	10.5	1.01	2.64	.44	2.41	.94	.27	1.07	.25	1.82	.44	1.36	.22	1.18	.19
52-1	26.4	8.61	22.1	3.11	14.1	3.71	1.49	4.22	.83	4.99	1.00	3.05	.40	2.28	.32
Участок Западный															
13/3	20.1	5.76	12.8	1.75	8.32	2.39	1.15	2.55	.51	3.45	.77	2.18	.32	1.78	.37
A-12	22.8	7.72	18.7	2.69	11.7	3.40	1.16	3.66	.66	3.99	.86	2.58	.34	1.81	.31
18/1	17.7	4.68	11.5	1.71	8.44	2.58	.88	2.73	.51	3.24	.69	2.00	.30	1.65	.26
A-26	16.8	5.76	14.9	2.08	9.34	2.78	1.02	2.78	.53	3.18	.68	2.08	.26	1.82	.28

Приложение 1.5 Таблица характеристик содержаний петрогенных элементов в породах питкярантской свиты участка Северовосточный (%).

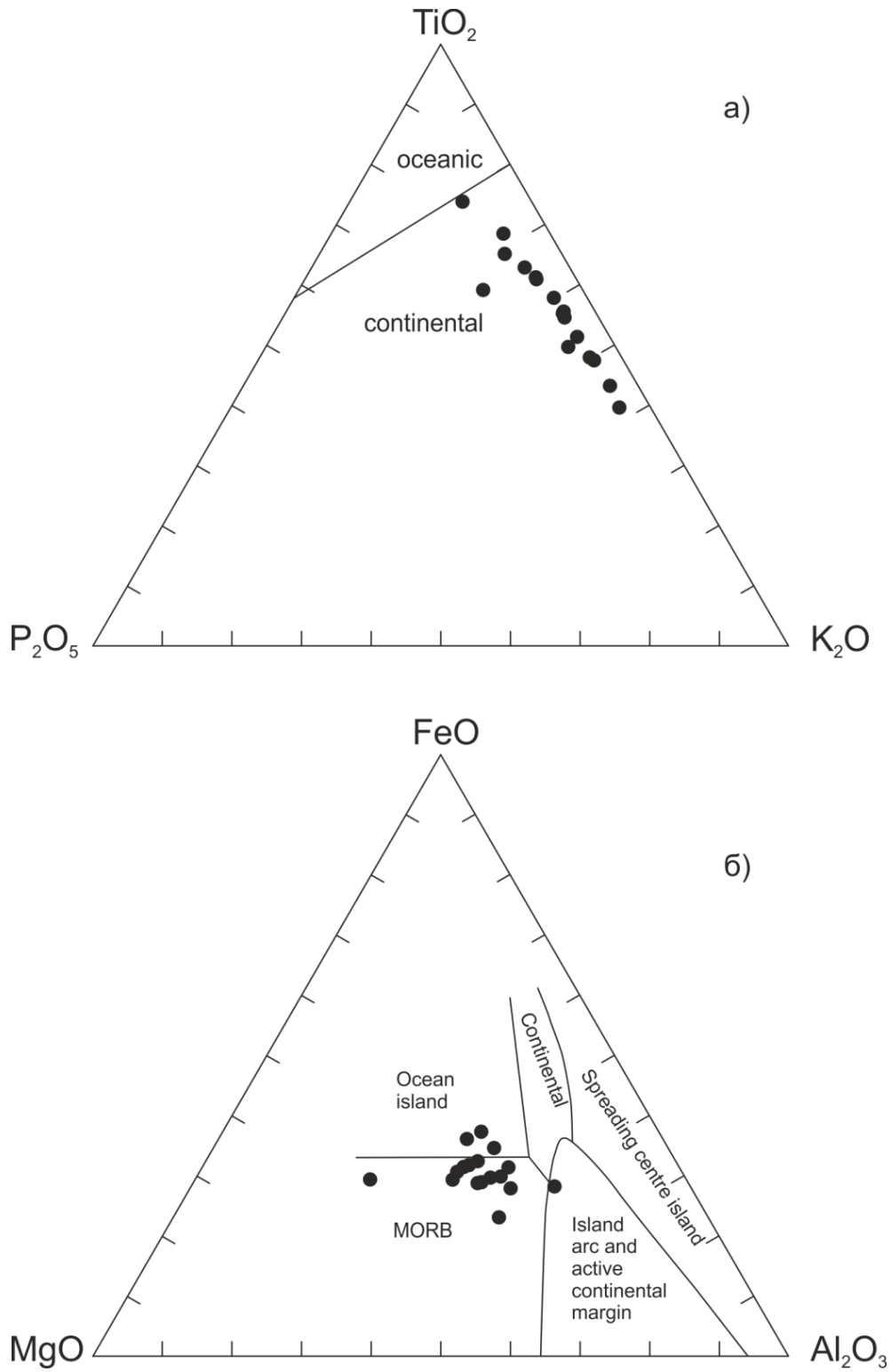
характеристики	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
Средняя толща (<i>PR_{1pt2}</i>), амфиболиты, n=23										
min – max	34,61-56,45	6,70-17,21	0,10-3,00	6,98-20,01	1,07-15,97	3,03-27,96	0,18-2,26	0,16-2,00	0,00-3,31	0,05-3,00
среднее (X_{cp})	46,34	12,58	0,96	11,92	8,48	9,74	1,07	0,76	0,85	0,94
Стандарт (S)	3,55	2,32	0,85	2,91	6,54	5,08	0,48	0,42	0,97	0,86
Средняя толща (<i>PR_{1pt2}</i>), скарноидные прослои, n=6										
min – max	31,18-49,83	6,48-12,52	0,16-0,22	7,47-19,85	4,22-15,16	9,53-25,18	0,33-0,96	0,32-1,25	0,07-2,18	0,06-0,18
среднее (X_{cp})	43,75	10,51	0,18	13,12	12,15	14,72	0,70	0,58	0,998	0,09
Стандарт (S)	6,72	2,30	0,02	4,69	4,02	6,17	0,21	0,35	0,74	0,04
Верхняя толща, пачка биотит-амфиболовых сланцев (<i>PR_{1pt3b}</i>), n=3										
min – max	48,07-49,10	10,20-14,03	0,16-2,00	9,52-13,25	15,19-16,58	1,66-12,06	0,78-1,41	0,22-3,11	0,17-0,78	0,02-2,00
среднее (X_{cp})	48,64	12,72	1,01	11,54	15,77	6,42	1,14	1,67	0,33	0,96
Стандарт (S)	0,47	1,76	0,96	1,57	0,58	4,82	0,28	1,38	0,30	1,02
Верхняя толща, пачка графитовых сланцев (<i>PR_{1pt3g}</i>), n=13										
min – max	40,85-64,57	2,94-16,16	0,00-1,44	0,70-12,52	0,80-18,25	0,25-7,69	0,03-2,21	0,08-5,56	0,03-1,45	0,01-1,44
среднее (X_{cp})	51,88	10,60	0,26	5,02	13,24	2,04	1,12	3,01	0,33	0,32
Стандарт (S)	7,01	4,08	0,50	3,17	5,96	2,81	0,65	1,43	0,45	0,53
Верхняя толща, пачка скарноидов (<i>PR_{1pt3s}</i>), n=21										
min – max	27,89-65,72	3,05-12,87	0,04-1,31	2,39-23,81	0,92-20,11	1,04-25,15	0,03-1,23	0,04-3,04	0,10-3,93	0,02-1,31
среднее (X_{cp})	47,92	9,21	0,44	12,23	10,96	14,07	0,65	0,64	0,92	0,42
Стандарт (S)	7,44	2,98	0,40	5,52	5,64	6,18	0,40	0,64	1,34	0,41
Верхняя толща, амфибол-биотитовых сланцев (<i>PR_{1pt3a}</i>), n=12										
min – max	28,37-49,24	3,90-14,95	0,03-1,20	7,12-23,26	1,31-14,23	4,37-45,56	0,05-2,23	0,08-5,06	0,06-3,03	0,02-1,20
среднее (X_{cp})	41,05	9,74	0,24	15,54	9,03	16,54	0,89	1,70	0,76	0,26
Стандарт (S)	6,77	4,71	0,42	6,74	5,12	14,78	0,84	2,12	1,09	0,42
Верхняя толща, пачка микрозернистых кварцитов (<i>PR_{1pt3q}</i>), n=14										
min – max	48,00-70,84	0,70-16,46	0,04-1,04	0,62-13,92	1,07-15,97	0,41-10,92	0,01-1,29	0,06-2,38	0,06-4,35	0,04-1,04
среднее (X_{cp})	55,73	10,01	0,22	5,92	8,48	3,70	0,61	0,64	1,19	0,27
Стандарт (S)	8,51	6,22	0,34	4,68	6,54	3,65	0,49	0,76	1,60	0,39

Приложение 1.6 Петрохимические характеристики ортоамфиболитов питкьярантской свиты.

1 – фигуративные точки ортоамфиболитов питкьярантской свиты; 2, 3 – поля фигуративных точек метавулканитов сортавальской серии в обрамлении Кирьяволахтинского купола, по (Матреничев и др., 2004): базальты, коматиитовые базальты и коматииты верхней части разреза (2), базальты нижней части разреза (3). Границы полей марианит-бонинитовой, коматиитовой и толеитовой серий взяты из работы («Коматииты...», 1988).



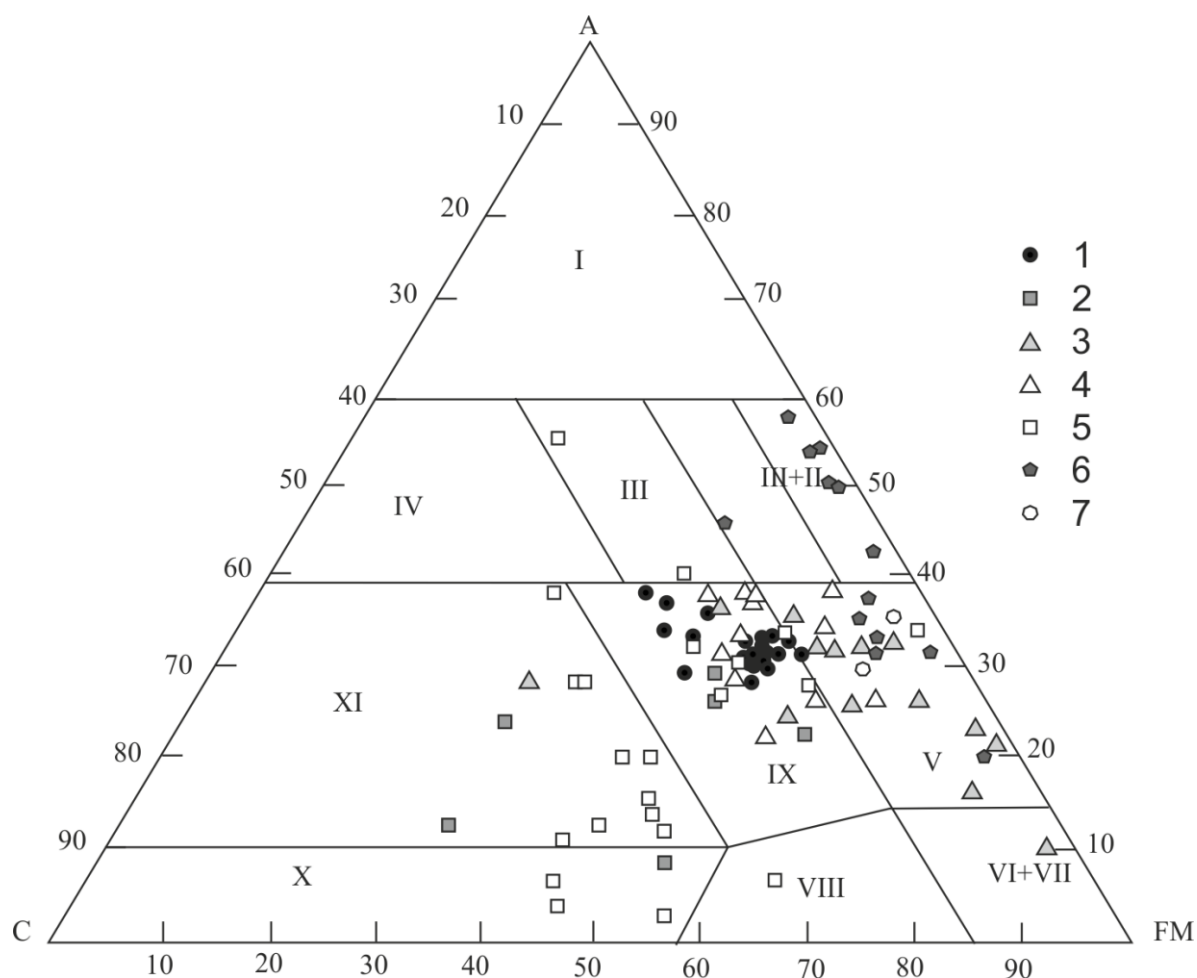
Приложение 1.7 Петрохимические дискриминационные диаграммы для базальтов (Pearce et al, 1977; Pearce et al, 1975) с фигуративными точками амфиболитов питкьярантской свиты.



Приложение 1.8 Диаграмма Н.П.Семененко (Ефремова и Стафеев, 1985) с фигуративными точками пород питкьярантской свиты участка детализации Северовосточный.

1 – амфиболиты средней толщи; 2 – скарноиды средней толщи; 3–7 – породы верхней толщи: кварциты микрозернистые (3), амфиболовые сланцы (4), скарноиды (5), графитовые сланцы (6), гранат-биотит-амфиболовые сланцы (7).

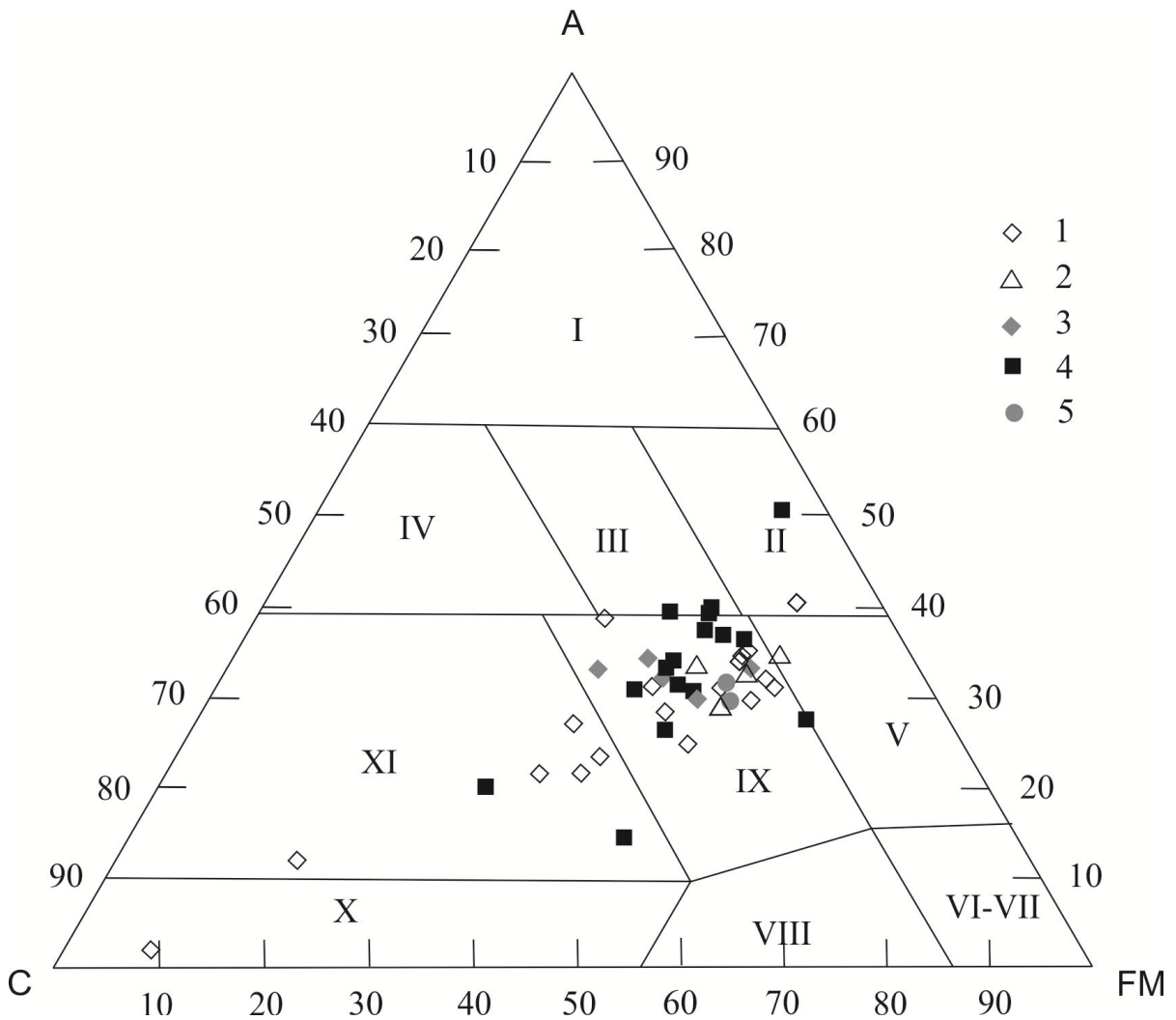
Поля на диаграммах: II – подгруппа железистомагнезиально-алюмосиликатных пород; III – подгруппа щелочноземельно-алюмосиликатных пород орторяда; V – глиноземисто-магнезиально-железисто-кремнистые породы; VI – группа железисто-кремнистых пород; VII – группа магнезиальных пород; VIII – группа щелочноземельно-малоглиноземистых пород; IX – щелочноземельно-глиноземистые основные ортопороды; X – известково-карбонатные породы; XI – глиноземисто-известковые породы.



Приложение 1.9 Диаграмма Н.П.Семененко (Ефремова и Стафеев, 1985) с фигуративными точками пород питкьярантской свиты участка детализации Западный.

1–4 – породы верхней толщи: сланцы, скарноиды, мраморизованные известняки первой пачки (1), амфиболиты второй пачки (2), скарноиды третьей (3) и четвертой (4) пачек; 5 – амфиболиты средней толщи.

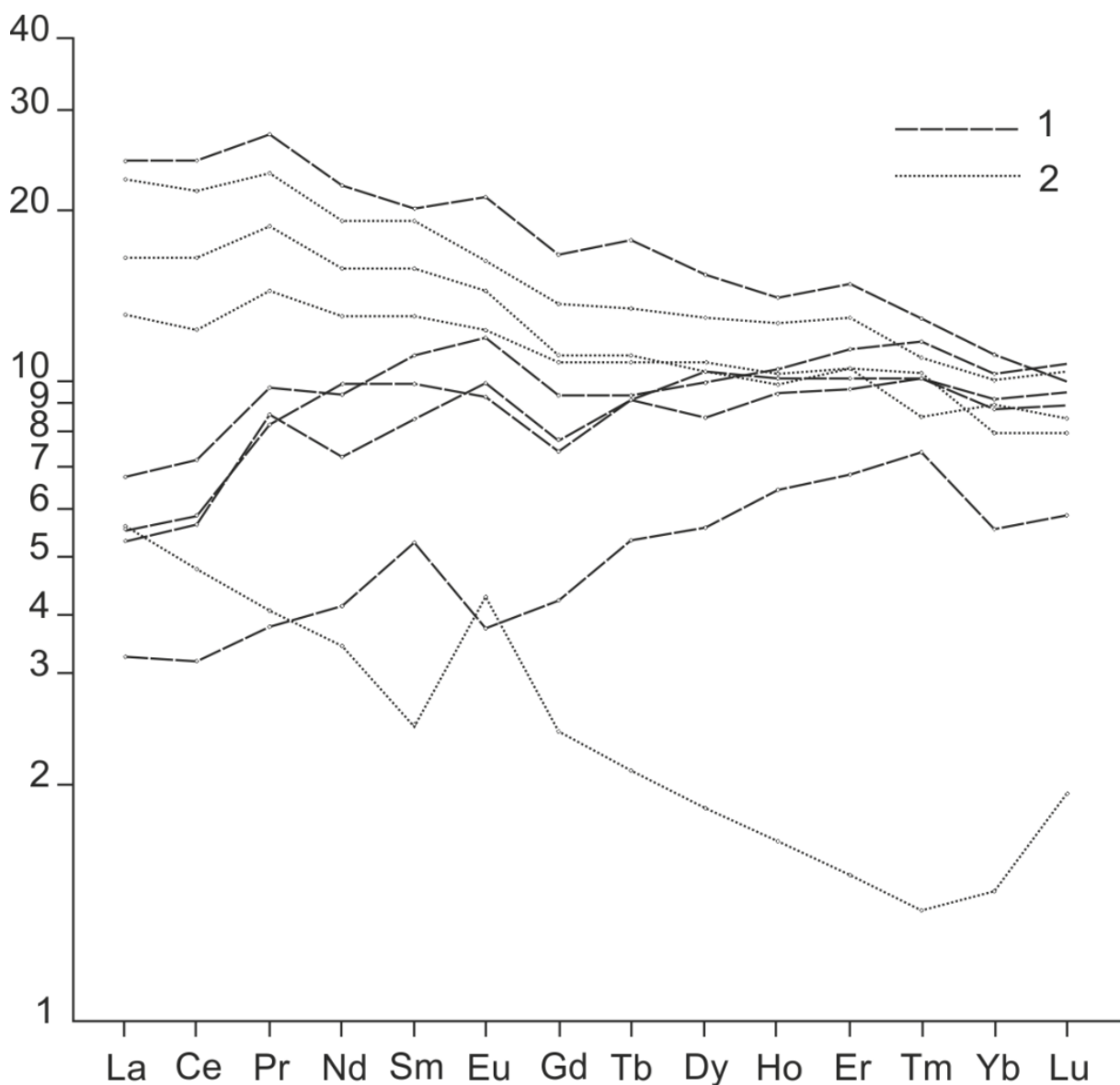
Поля на диаграммах – см. прил 8



Приложение 1.10 Графики нормированных содержаний РЗЭ в амфиболитах питкьярантской свиты.

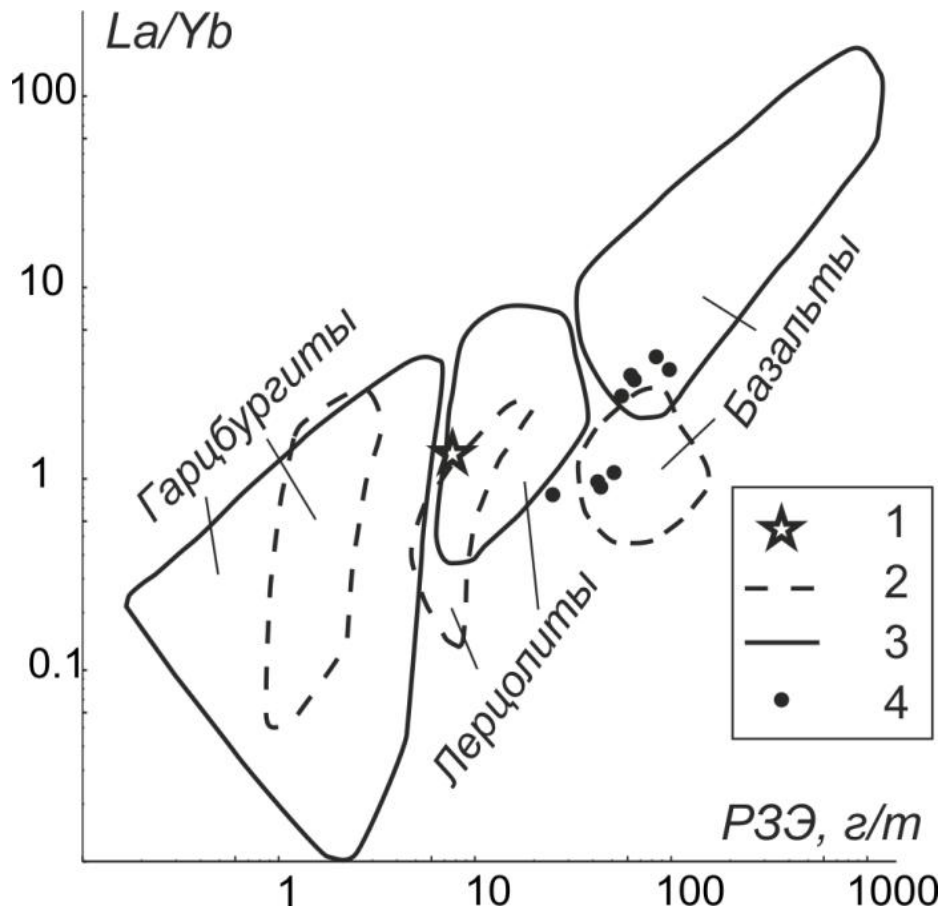
1 – участок детализации Северовосточный, 2 – участок детализации Западный

Для нормирования использовались средние значения содержаний РЗЭ в хондритах (Korotev, 2009), рассчитанные по результатам анализов (Haskin et al., 1968; Haskin et al., 1971).



Приложение 1.11 Дискриминационная диаграмма La/Yb – сумма P3Э, по (Балашов, 1976), с фигуративными точками амфиболитов питкьярантской свиты.

1 – распространенность P3Э в силикатной фазе хондритов; 2 – поля пород зоны СОХ; 3 – поля пород континентальной зоны; 4 – фигуративные точки амфиболитов питкьярантской свиты.



Литература

Воинов А. С., Котова И. К. (2012). *Геология и геологические экскурсии в районе Импилахтинского учебного полигона*. Санкт-Петербург: изд-во С.-Петерб. ун-та.

Хазов, Р. А., Иващенко, В. И. (1979). Новый генетический тип вольфрамового оруденения в Северном Приладожье (Карелия). *Геология рудных месторождений XXI*, (5), 37–45.

Haskin, L. A., Helmke, P. A., Paster, T. P., Allen, R. O. (1971). Rare earths in meteoritic, terrestrial, and lunar matter. In: *Activation Analysis in Geochemistry and Cosmochemistry*. A., Brunfelt, E., Steinnes, eds., Proc. NATO Conf. on Activation Analysis in Geochemistry. Oslo: Universitetsforlaget, 201–218.

Haskin, L. A., Wildeman, T. R., Haskin, M. A. (1968). An accurate procedure for the determination of the rare earths by neutron activation. *Journal of Radioanalytical Chemistry*, 1, 337–348.

Korotev, R. L. (2009). “Rare Earth Plots” and the Concentrations of Rare Earth Elements (REE) in Chondritic Meteorites. [online] Available at: <http://meteorites.wustl.edu/goodstuff/ree-chon.htm> [Accessed 22.11.2018].

Pearce, T. H., Gorman, B. E., Birkett, T. C. (1977). The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, 36, 121–132.

Pearce, T. H., Gorman, B. E., Birkett, T. C. (1975). The TiO₂-K₂O-P₂O₅ diagram. A method for discriminating between oceanic and non-oceanic basalts. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 24, 419–426.