

дифференциации лампроитовой магмы. Конечными членами этого ряда являются существенно лейцитовые разности. На поздних этапах лампроитового магматизма предположительно в промежуточных камерах произошло ликвационное разделение лампроитового расплава на магниезильный и высокожелезистый, обогащенный кальцием и флюидами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Конечными членами эволюции последнего являются силикатно-карбонатные породы и калиевые карбонатиты. На петрохимических диаграммах  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$  (рис. 4) и  $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$  (рис. 5) породы железистого ряда ( $F = 47,8-71,0$ ) расположены внутри поля

магнезиальных ( $F = 23,8-37,7$ ) лампроитов, а на диаграмме  $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}) - \text{SiO}_2$ , (рис. 1) они образуют два четко обособленных поля.

Интенсивный дайковый лампроитовый магматизм в рифее в районе Костомукши проявился в обстановке континентального внутриплитного рифтогенного геодинамического режима в условиях растяжения в кратонизированной архейской земной коре, что обусловило возникновение многочисленных глубинных расколов и полостей, играющих роль магмовыводящих каналов для калиевых щелочных магматических расплавов.

1. *Беляцкий Б. В., Никитина Л. П., Савва Е. В., Левский Л. К.* Изотопные характеристики лампроитовых даек восточной части Балтийского щита // *Геохимия*. 1997. № 6. С. 658–662.

2. *Горьковец В. Я., Раевская М. Б., Белоусов Е. Ф. и др.* Геология и металлогения района Костомукшского железорудного месторождения. Петрозаводск, 1981. 141 с.

3. *Проскураков В. В., Увадьев Л. И., Журавлев и др.* Щелочные калиевые породы района Костомукшского железорудного месторождения (Западная Карелия) // *Доклады АН СССР*. 1989. Т. 307, № 6. С. 1357–1460.

4. *Проскураков В. В., Увадьев Л. И., Воинова О. А.* Лампроиты Карело-Кольского региона // *Доклады АН СССР*. 1990. Т. 314, № 4. С. 940–943.

5. *Проскураков В. В., Увадьев Л. И.* Лампроиты вос-

точной части Балтийского щита // *Изв. АН СССР, сер. геол.* 1992. № 8. С. 65–75.

6. *Орлова М. П., Шаденков Е. М.* Лампроиты Костомукши (Юго-Западная Карелия) // *Зап. ВМО*. 1992. № 6. С. 33–43.

7. *Никитина Л. П., Левский Л. К., Лохов К. И. и др.* Протерозойский щелочно-ультраосновной магматизм восточной части Балтийского щита // *Петрология*. 1999. Т. 7, № 3. С. 252–275.

8. *Путинцева Е. В., Ульянов А. Г.* Камафугиты (и кимберлиты группы II) – представители семейства калиевых ультрамафитов Костомукшского дайкового поля // *Рифтогенез, магматизм, металлогения докембрия. Корреляция геологических комплексов Фенноскандии: Материалы междунар. конф.* Петрозаводск, 1999. С. 116–117.

## ПОСТЛОПИЙСКИЕ ДАЙКИ СУБЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД КОСТОМУКШСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

*М. Г. Попов, М. Б. Раевская, В. Я. Горьковец*

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; [gorkovet@krc.karelia.ru](mailto:gorkovet@krc.karelia.ru)

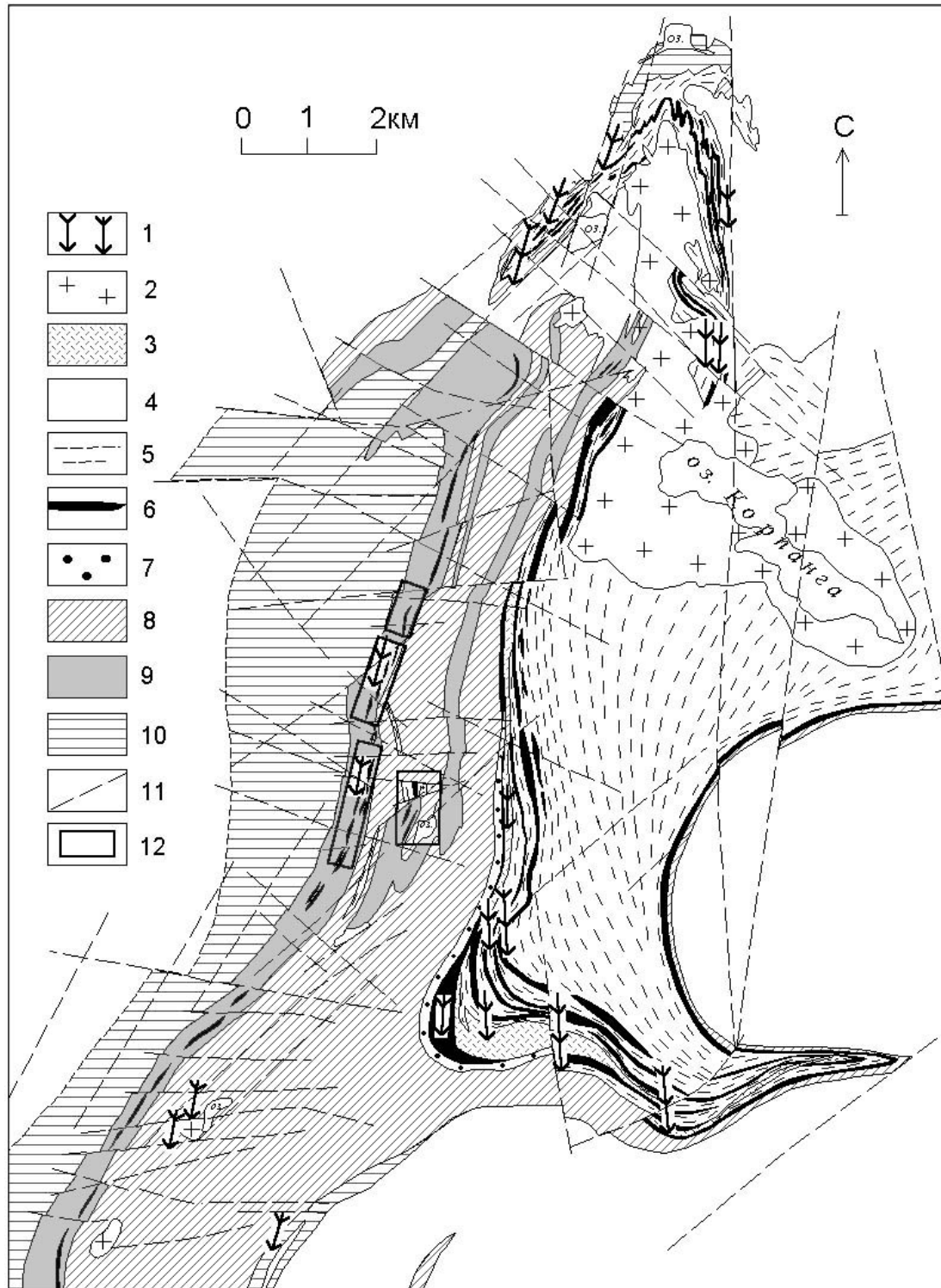
В кратонизированной архейской земной коре Костомукшской гранит-зеленокаменной структуры, на Западных объектах (рис. 1), были выявлены не отмеченные ранее в публикациях и отчетах маломощные (0,10–1,5 м) дайки калиевых и натриевых лампрофиров и трахириодацитов. Они приурочены к тем же тектоническим зонам, что и дайки лампроитов, и имеют такие же элементы залегания. Лампрофиры не несут следов регионального метаморфизма, и их тела не участвуют в складчатости. Налицо имеется пространственная, структурно-тектоническая и временная близость формирования даек лампрофиров и лампроитов. Их непосредственные взаимоотношения на настоящее время не наблюдались.

Лампрофиры Костомукши, относящиеся к калиевой и натриевой сериям (рис. 2), имеют один и тот же минеральный состав. Различны лишь их количественные соотношения. Поэтому ниже приводится их общая петрографическая характеристика. Это мелкозернистые, реже тонкозерни-

стые массивные породы серого цвета. Для них характерны полнокристаллическая, панидиоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая, порфировая, гломеропорфировая и аллотриоморфнозернистая в тонкозернистых разностях структуры. Фенокристы сложены или отдельными крупными таблицами биотита, или их скоплениями размером до 1–2 мм. Текстура массивная, мелкопятнистая. Последняя обусловлена развитием лейкократовых эллипсоидальной формы обособлений размером до 2×4 мм кварц-карбонат-плаггиоклазового и плаггиоклаз-карбонатного состава в основной более меланократовой, обогащенной биотитом массе. Основные породообразующие минералы: биотит, плаггиоклаз (альбит-олигоклаз, реже андезин), карбонат, кварц, несдвигиванный ортоклаз (?). В калиевых разностях в больших количествах содержится биотит, в натриевых – кислый плаггиоклаз. Акцессорные минералы: апатит, циркон, сфен, рудный, редко зеленый турмалин. Карбонат в этих породах предположительно первич-

номагматический. По минеральному составу охарактеризованные лампрофиры относятся к керсантитам – слюдяным (биотитовым) лампрофи-

рам, в которых содержание плагиоклаза значительно выше содержания калиевого полевого шпата.



**Рис. 1. Схематическая геологическая карта Костомукшского железорудного района (В. Я. Горьковец, М. Б. Раевская, 2003 г.):**

1 – дайковый комплекс щелочных и субщелочных пород; 2 – плагио-микроклиновые и микроклиновые граниты; 3 – риодациты (геллефлинты); 4 – гнейсо-граниты; 5–7 – гимельская серия: 5 – биотит-полевошпат-кварцевые, кварц-биотитовые, гранат-кварц-биотитовые сланцы; 6 – железистые кварциты; 7 – полимиктовые конгломераты; 8–9 – контокская серия: 8 – базальты и коматииты рувинваарской свиты; 9 – риодациты (туфы, туффиты) шурловаарской свиты; 10 – базальты ниemiaрвинской свиты; 11 – тектонические нарушения; 12 – Западные объекты

Натриевые трахириодациты – это тонкозернистые массивные породы светло-серого цвета. Структура их микропорфировая, основной массы – микрогранобластовая. Порфировые включения представлены альбит-олигоклазом, реже кварцем. Основная масса преимущественно сложена альбит-олигоклазом и кварцем. В небольших количествах присутствуют биотит, серицит, хлорит, карбонат. Акцессорные минералы: магнетит, сульфиды, апатит, сфен. Субвертикальные дайки трахириодацитов мощностью

0,5–1,5 м секут все осадочные и вулканогенно-осадочные образования контоксской и гимольской серий, а также пластово-секущее интрузивное тело геллефлинт.

Петрохимические особенности пород лампрофирового комплекса отражены в таблице химического состава пород и на диаграммах (рис. 2–4).

Фигуративные точки пород лампрофирового комплекса на всех диаграммах (рис. 2–4) располагаются четко обособленно от пород лампроитового комплекса.

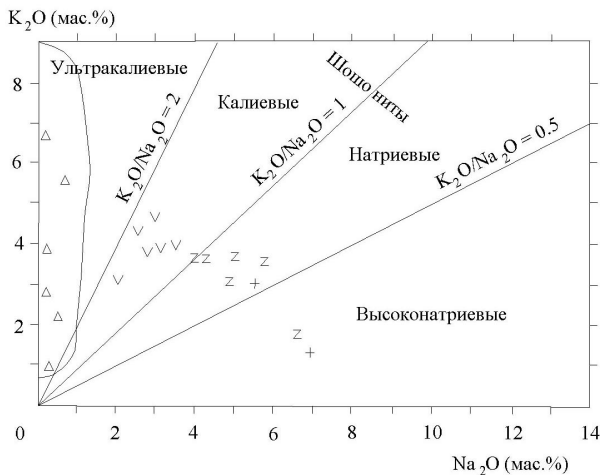


Рис. 2. Диаграмма  $K_2O - Na_2O$  для щелочных и субщелочных пород Костомукши

Показаны фигуративные точки составов железистых лампроитов ( $\Delta$ ), калиевых ( $\nabla$ ) и натриевых ( $z$ ) керсантитов, натриевых трахириодацитов (+), а также поле магнезиальных лампроитов Костомукши

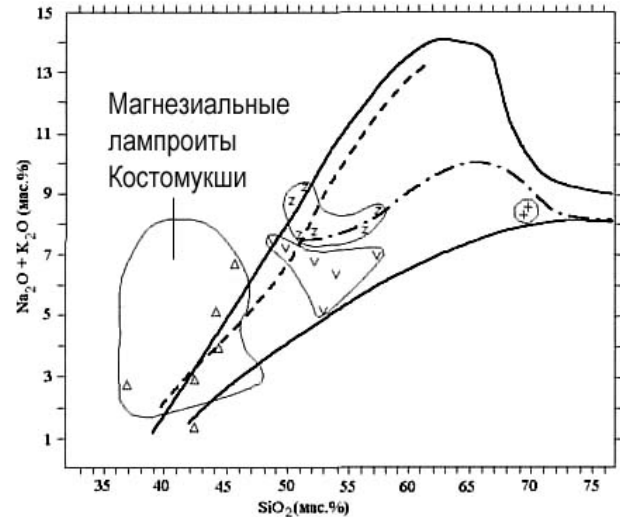


Рис. 3. Диаграмма  $Na_2O + K_2O - SiO_2$  для щелочных и субщелочных пород Костомукши

Показаны фигуративные точки составов железистых лампроитов ( $\Delta$ ), калиевых ( $\nabla$ ) и натриевых ( $z$ ) керсантитов, натриевых трахириодацитов (+), а также поле магнезиальных лампроитов Костомукши

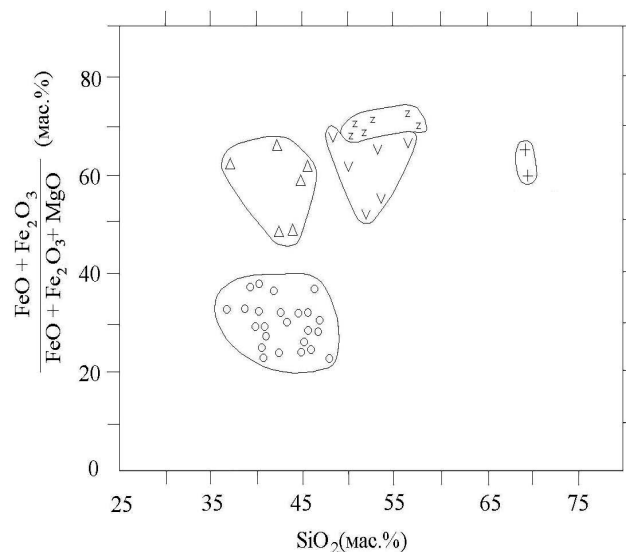
**Химический состав разновидностей лампрофиров и трахириодацитов Костомукши**

	Калиевые						Натриевые							
	C472-7	C472-9	C478-3	C488-14	C505-16	C490-2	C494-8	C494-11	C497-10	C497-16	C472-10	C499-3	C505-35	C510-8
SiO <sub>2</sub>	53,90	49,48	53,00	52,20	48,76	57,13	50,94	50,32	51,54	52,28	56,40	57,50	69,40	69,84
TiO <sub>2</sub>	0,67	0,76	0,66	0,72	0,77	0,55	0,69	0,74	0,74	0,77	1,06	0,51	0,20	0,24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,54	13,34	11,89	11,61	17,10	16,71	15,90	14,79	17,34	16,79	15,60	16,96	15,06	15,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,72	2,00	2,83	1,75	2,07	1,14	1,08	1,40	1,15	1,86	2,00	0,50	0,33	0,23
FeO	5,85	7,43	7,47	5,49	7,18	4,73	7,25	7,61	7,18	7,42	8,00	5,39	1,80	1,80
MnO	0,13	0,11	0,36	0,134	0,176	0,101	0,121	0,14	0,073	0,085	0,057	0,073	0,022	0,013
MgO	6,40	5,67	5,35	6,94	4,15	2,69	3,56	4,21	3,79	3,69	3,64	2,66	1,13	1,38
CaO	6,35	6,50	5,70	6,96	6,19	5,04	6,81	5,72	4,56	4,84	2,31	4,56	1,99	1,21
Na <sub>2</sub> O	2,70	3,44	2,00	2,50	2,95	3,18	3,98	5,06	5,68	4,16	4,78	6,68	6,95	5,54
K <sub>2</sub> O	3,71	3,98	3,14	4,29	4,61	3,89	3,64	3,75	3,68	3,67	3,12	1,86	1,40	3,05
H <sub>2</sub> O	0,09	0,10	0,32	0,12	0,16	0,12	0,17	0,10	0,16	0,20	0,15	0,11	0,08	0,02
ппп	6,11	5,93	6,23	6,40	5,35	3,35	5,08	5,40	3,84	3,37	1,80	2,41	1,66	0,54
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,48	0,53	0,2	0,48	0,34	0,31	0,35	0,35	0,36	0,34	0,60	0,34	0,06	0,07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,044	0,050	0,070	0,049	0,008	0,005	0,005	0,004	0,004	0,006	0,062	0,003	0,006	0,005
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,025	0,026	0,036	0,024	0,026	0,014	0,036	0,036	0,030	0,032	0,035	0,018	0,006	0,010
CoO	0,004	0,004	0,003	0,006	0,005	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,005	0,002	0,001	0,001
NiO	0,015	0,016	0,009	0,011	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002	0,015	0,003	0,004	0,004
CuO	0,002	0,002	0,002	0,0007	0,002	0,003	0,0005	0,0005			0,011	0,008	0,001	0,015
ZnO	0,011	0,011	0,012	0,011	0,018	0,011	0,012	0,007	0,008	0,008	0,011	0,008	0,004	0,005
Li <sub>2</sub> O	0,0089	0,0092	0,0066	0,0124	0,0118	0,0089	0,0082	0,0013	0,0110	0,0116	0,0072	0,0063	0,0018	0,0047
Rb <sub>2</sub> O	0,0146	0,0165	0,0114	0,0271	0,0162	0,0117	0,0183	0,0191	0,0170	0,0204	0,0139	0,0070	0,0029	0,0093
Cs <sub>2</sub> O	0,0009	0,0013	0,0008	0,0015	0,0006	0,0004	0,0014	0,0022	0,0013	0,0025	0,0012	0,0003	0,0001	0,0003
Сумма	99,72	99,64	99,54	99,81	99,89	99,77	99,66	99,67	100,07	99,59	99,61	99,61	100,11	99,55
Ba	0,18	0,22	0,20	0,071	0,18	0,11			0,19	0,098	0,095	0,079	0,076	0,061
Sr									0,065	0,065		0,068	0,042	0,039

**Рис. 4.** Диаграмма  $\frac{FeO + Fe_2O_3}{FeO + Fe_2O_3 + MgO} - SiO_2$

для щелочных и субщелочных пород Костомукши

Показаны фигуративные точки составов магнезиальных (0) и железистых (Δ) лампроитов; калиевых (v) и натриевых (z) керсантитов, а также натриевых трахириодацитов (+)



По положению на классификационной диаграмме  $Na_2O + K_2O - SiO_2$  (рис. 3) породы лампрофирового комплекса Костомукши относятся к субщелочному ряду. По величине отношения окиси калия к окиси натрия они разделяются на две петрохимические серии: калиевую ( $K_2O/Na_2O > 1$ ) и натриевую ( $K_2O/Na_2O < 1$ ) (рис. 2). Переходы между этими сериями постепенные. По содержанию  $SiO_2$  среди них по номенклатуре субщелочных вулканических пород выделяются следующие виды горных пород: шошониты и трахибазальты ( $SiO_2 = 48,76-53,0\%$ ), трахиандезитобазальты ( $SiO_2 = 53-57,5\%$ ), трахириодациты ( $SiO_2 = 69,4-69,84\%$ ). По номенклатуре лампрофиров породы этого комплекса с содержанием  $SiO_2 = 48-57\%$  являются керсантитами – слюдяными (биотитовыми) лампрофирами, в которых плагиоклаз значительно преобладает над калиевым полевым шпатом. На диаграммах  $Na_2O + K_2O - SiO_2$  (рис. 3),  $(FeO + Fe_2O_3)/(FeO + Fe_2O_3 + MgO) - SiO_2$  (рис. 4),  $K_2O - Na_2O$  (рис. 2) при практически одинаковых содержаниях кремнезема (табл.) от калиевых пород к натриевым происходит существенное увеличение суммы щелочей ( $K_2O + Na_2O$  от 5,14 до 9,26%), общей железистости (F от 51,10 до 73,3%) и содержания натрия ( $Na_2O$  от 2,0 до 5,68%) на фоне незначительного понижения содержания  $K_2O$  (в калиевых разностях 3,14–4,61%, в натриевых – 3,12–3,75%). При этом содержания  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , FeO и  $Fe_2O_3$  остались примерно на том же уровне. Несколько уменьшилось содержание MgO, CaO, MgO (табл.). Таким образом, на этом этапе эволюция магматического расплава происходила при одинаковом содержании  $SiO_2$  и  $K_2O$  в сторону значительного повышения величины общей железистости и содержания  $Na_2O$ . При кристаллизации предположительно конечного члена эволюции субщелочного расплава – трахириодацитов произошло резкое увеличение содержания кремнезе-

ма ( $SiO_2 = 69,40-69,84\%$ ) при незначительном понижении величины общей железистости (F = 59,5–65,3) и суммы щелочей ( $K_2O + Na_2O = 8,35-8,59\%$ ). Отмечается дальнейшее увеличение содержания натрия ( $Na_2O = 5,54-6,95\%$ ). При этом уменьшаются содержания  $K_2O$ ,  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , FeO, MgO, CaO (табл.). Таким образом, в результате глубинной дифференциации субщелочной магмы сформировалась серия комагматичных магматитов, сменяющих друг друга во времени и образующих на петрохимических диаграммах самостоятельные поля (рис. 2–4): 1 – калиевые керсантиты, 2 – натриевые керсантиты и 3 – натриевые трахириодациты.

В результате геологических исследований в последние годы на Западных объектах Костомукшской структуры были выявлены не отмеченные ранее дайки биотитовых калиевых и натриевых субщелочных лампрофиров (керсантитов) шошонитового типа и трахириодацитов. Сходные по химическому и минеральному составу керсантиты (лампрофиры) и ассоциирующие с ними трахидациты и Na-трахидациты ( $SiO_2 = 68,42-69,42\%$ ) развиты в пределах Южно-Печенгской зоны, где слагают группу даек и силлоподобных тел. Их возраст  $1711 \pm 12$  млн лет. Аналогичный возраст  $1710 \pm 10$  млн лет имеет дайковый комплекс лампроитов Порьей губы, который находится в ассоциации с дайками керсантитов\*. В последнем случае намечается генетическая общность дайковых серий ультракалиевых щелочных пород (лампроитов) с калиевыми и калийнатриевыми субщелочными породами (керсантитами). Это относится и к щелочному и субщелочному магматизму Костомукшского рудного района.

\* Скуфьин П. К., Баянова Т. Б., Левкович Н. В. Лампрофиры в раннепротерозойском вулканогенном комплексе Печенгской структуры, Кольский полуостров // Петрология. 1999. Т. 7, № 3. С. 299–315.