

ГИПАБИССАЛЬНЫЙ ГАББРО-ПЛАГИОГРАНИТНЫЙ КОМПЛЕКС СЕВЕРНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ¹

Северное Приладожье входит в состав Раахе-Ладожской зоны сочленения архейского Карельского кратона и нижнепротерозойского свекофеннского складчатого пояса. Особенностью геологического строения Приладожья являются гранито-гнейсовые купола, в обрамлении которых развиты метавулканы сортавальской серии. Выше по разрезу залегают выполняющие межкупольное пространство метатурбидиты ладожской серии (рис. 1). Одним из наиболее ранних постладожских интрузивных комплексов является гипабиссальный габбро-плагиогранитный комплекс малых интрузий и даек. Интрузии отличаются устойчивыми геохимическими характеристиками на большой территории, проявлены в зонах с различной интенсивностью метаморфизма и складчатости и, таким образом, представляют интерес для реконструкции раннеорогенного этапа геологического развития Приладожья.

Тела гранит-порфиров в районе поселков Рюттю и Харлу нанесены на карту В. Хакманом [1]. В качестве единого регионального комплекса гипабиссальные интрузии гранитоидов в обрамлении Кирьяволахтинского и Сортавальского куполов впервые описаны И. Н. Лобановым [2], а затем А. И. Голубевым с соавт. [3]. Более подробно плагиограниты о-ва Пиенсуонсари и оз. Тенъярви изучены А. П. Световым с соавт. [4-6].

В 1984-1989 гг. в ходе геолого-съёмочных работ к югу от оз. Янисъярви (Н. А. Артамонова и др., 1989) среди относительно слабо метаморфизованных осадков ладожской серии закартирован крупный не известный ранее ореол распространения малых интрузий и даек, варьирующих по составу от габбро до плагиогранит-порфиров и несущих золото-арсенопиритовую минерализацию (рис. 2). Петролого-геохимические и металлогенические характеристики интрузий этого ореола обсуждаются в настоящей работе.

Геологическая характеристика интрузий. Дайки габбро и плагиогранитов прорывают стратифицированные толщи нижнего протерозоя и, по данным И. Н. Лобанова [2], гранито-гнейсы куполов. Среди метатурбидитов ладожской серии, а также в северном обрамлении Кирьяволахтинского купола в условиях плохой обнаженности закартировано более 70 даек и малых интрузий, что свидетельствует об их весьма широкой распространенности в этом районе. Тела основного и среднего состава сложены биотит-амфиболовыми габбро и диоритами, которые описываются ниже как габброиды. Биотитовые кварцевые диориты и плагиогранит-порфиры составляют вторую группу интрузий. Количественно преобладают дайки кислого состава. Промежуточные разновидности относительно редки.

Наиболее крупные тела — дайка плагиогранитов р. Янис, мощностью до 300 м и протяженностью 1,5 км, а также расположенные в районе пос. Алату шток габброидов и примыкающая к нему с запада дайка плагиогранит-порфиров. Интрузии пос. Алату изучены широтным буровым профилем (рис. 3). Радиус штока габброидов на современном эрозионном срезе 0,6 км. Протяженность дайки плагиогранит-порфиров около 0,5 км, мощность более 100 м, азимут простирания 40°. Падение субвертикальное. Мощность более мелких даек плагиогранитов, вскрытых бурением, варьирует от нескольких сантиметров до первых метров. Тела плагиогранитов пространственно

¹ Работы по изучению дайкового комплекса выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 98-05-65644).

© Д. Л. Конопелько, К. И. Степанов, С. В. Петров, О. М. Пупков, 1999

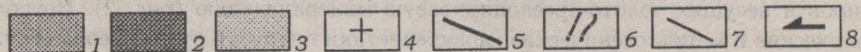
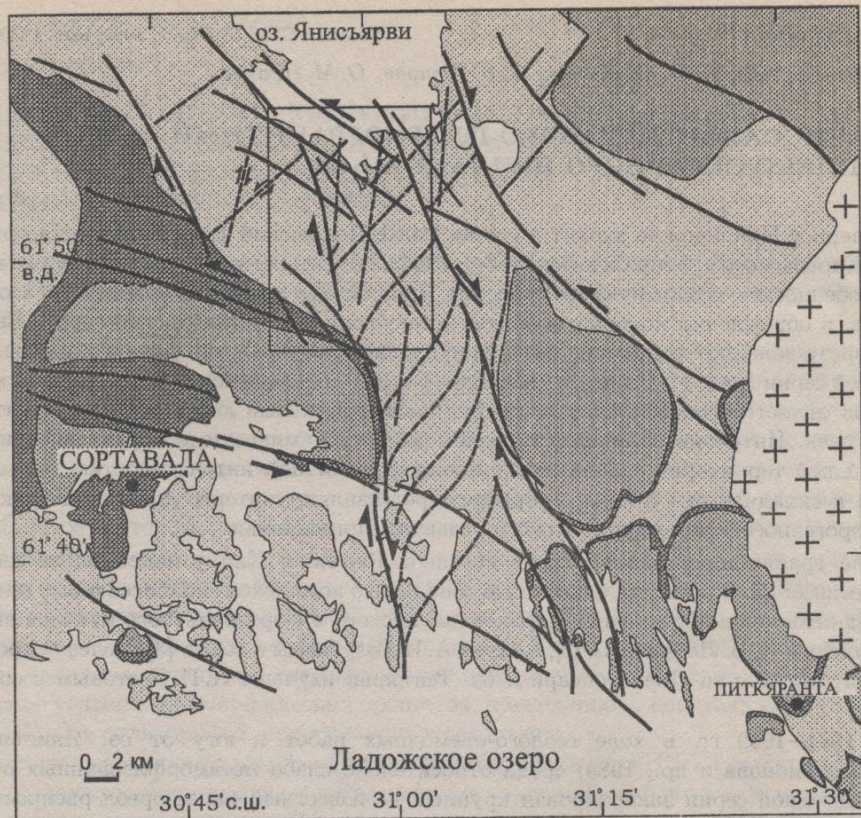


Рис. 1. Схема геологического строения северного Приладожья с элементами структурного анализа по данным дешифрирования аэро- и космоснимков.
 1 — архейский фундамент; 2 — сортавальская серия; 3 — ладожская серия; 4 — граниты рапакиви; 5 — главные разрывные нарушения; 6 — зоны хрупких деформаций (сколы Риделя); 7 — синтектические сдвиги; 8 — направления смещений. Рамкой показана территория, изображенная на рис. 2.

тесно совмещены с габброидами и установлены в приконтактовых частях габброидного штока и внутри него. Вмещающие породы интрузий пос. Алатту — металавролиты и метапесчаники ладожской серии.

В относительно крупных интрузиях пос. Алатту и р. Янис установлены вариации состава пород, особенно характерные для гранитоидов. В то же время в большинстве изученных проявлений габброиды и плагииграниты встречаются в виде двух контрастных по составу серий. На возможную генетическую связь плагиигранитов с основными породами указывали А. П. Светов с соавт. [4], которые описали секущие дайки габброидов в массиве о-ва Пиенсуонсари в южном обрамлении Кирьяволахтинского купола. Нами в северном обрамлении Кирьяволахтинского купола закартированы составные дайки с признаками одновременного внедрения габброидного и гранитоидного расплава. Наличие составных даек, а также тесная связь основных и кислых разновидностей в интрузиях Алатту и Пиенсуонсари позволяют при относительной редкости промежуточных составов охарактеризовать комплекс как бимодальный.

Остроугольные ксенолиты вмещающих пород редки и известны в единичных интрузиях. Включения габброидного состава в плагиигранитах размером до 30 см опи-

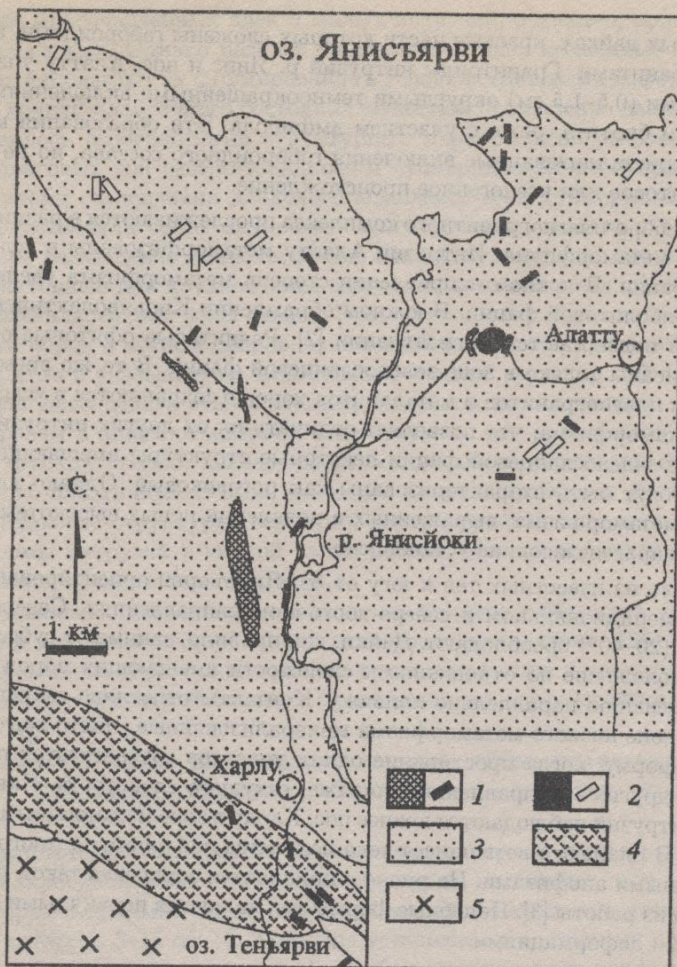


Рис. 2. Распространение малых интрузий южнее оз. Янисъярви.
 1 — кварцевые диориты и плагιοгранит-порфиры; 2 — габбро; 3 — метасадки ладожской серии; 4 — метавулканы сортавальской серии; 5 — гранито-гнейсы Кирьяволахтинского купола.

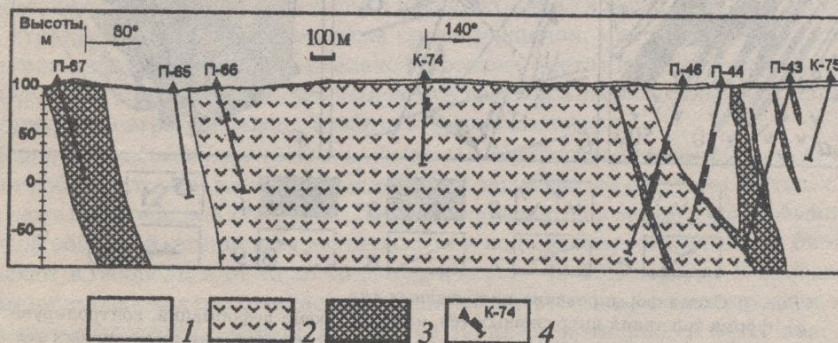


Рис. 3. Схематический геологический разрез по буровому профилю в районе пос. Алатту.

1 — метасадки ладожской серии; 2 — габброиды; 3 — кварцевые диориты и плагιοгранит-порфиры; 4 — буровые скважины и их номера; жирным выделены интервалы с концентрациями Au 0,001—0,1 г/т.

саны в составных дайках, краевые части которых сложены габброидами, а центральные — плагиогранитами. Гранитоиды интрузий р. Янис и пос. Алатту участками насыщены мелкими (0,5–1,5 см) округлыми темноокрашенными включениями, сложенными агрегатом биотита, реже с участием амфибола. Эти образования могут представлять перекристаллизованные включения габброидного состава, но не исключено также их реститовое или ксеногенное происхождение.

Интрузии габбро-плагиогранитного комплекса прослеживаются в различных зонах регионального метаморфизма. Интрузии Алатту метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации. В южном направлении степень метаморфизма увеличивается и достигает амфиболитовой фации. В южном обрамлении Кирьяволахтинского купола плагиограниты подвергаются мигматизации [2]. Реликтовые офитовые структуры в габброидах описаны только в зоне зеленосланцевой фации. В то же время порфировые структуры плагиогранитов и метадацитов хорошо сохраняются в условиях амфиболитового метаморфизма, что позволяет отличать их от других интрузивных серий района. В зоне зеленосланцевой фации некоторые структуры вмещающих интрузии метаосадков могут быть охарактеризованы как роговиковые. Однако явных следов контактового метаморфизма, выраженных в появлении новых высокотемпературных минеральных парагенезисов, не установлено.

Большинство из известных тел к югу от оз. Янисъярви ориентированы в северо-западном, субмеридиональном и северо-восточном направлениях. Северо-восточные ориентировки (20–40°) преобладают. Дайки, как правило, занимают субогласное или кососекущее положение по отношению к слоистости вмещающих пород и подвергаются рассланцеванию параллельно кливажу. Контакты отчетливо секущие, иногда с апофизами, в зоне низкого метаморфизма минерализованные. Часто контакты имеют ступенчатую форму, когда простирание одних участков соответствует простиранию слоистости, а других — направлению кливажа, секущего слоистость. Наиболее сложные формы интрузий наблюдаются южнее пос. Харлу в зоне метаморфизма амфиболитовой фации. В плане это ветвящиеся тела неправильной формы с многочисленными субпараллельными апофизами. На рис. 4, а приводится зарисовка такой интрузии, заимствованная из работы [3]. Подобные формы тел являются первичными и не связаны с наложенными деформациями.

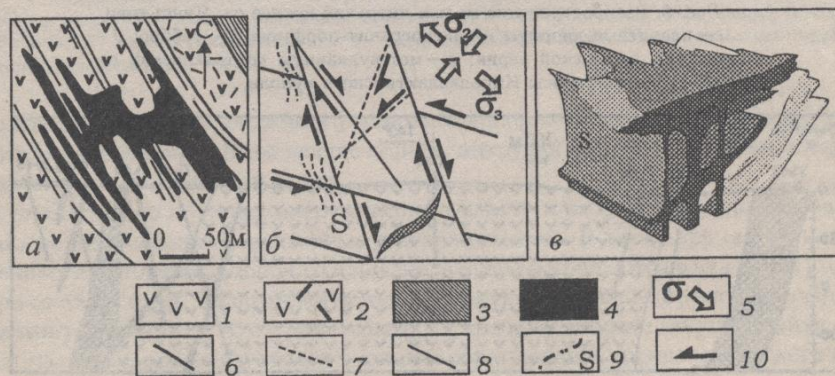


Рис. 4. Схема формирования интрузивных тел.

а — форма залегания интрузивных тел, план; б — схема деформаций, контролирующая пространственное размещение даек; в — модель формирования интрузивных тел. Буквой S обозначены плоскости вторичных хрупко-пластичных сколов, по которым происходит внедрение интрузий. 1 — афировые метабазалты; 2 — порфировые метабазалты; 3 — метатUFFы; 4 — субвулканические интрузии плагиогранит-порфиров; 5 — главные оси регионального поля напряжений; 6 — первичные хрупкие разрывы; 7 — зоны хрупких деформаций (сколы Риделя); 8 — синтетические сдвиги; 9 — вторичные хрупко-пластичные сколы; 10 — направление смещений.

Внедрение многочисленных даек и малых интрузий, очевидно, происходило в обстановке растяжения. Однако разброс ориентировок даек и сложные формы интрузивных тел предполагают их формирование в условиях сдвиговых деформаций, характерных для хрупко-пластичного состояния вещества. Размещение даек, по-видимому, контролировалось особенностями структурных парагенезисов региональных долгоживущих сдвиговых зон северо-западного и субмеридионального простираний (см. рис. 1). Во время становления дайкового комплекса зоны субмеридионального простирания представляли собой активные сдвиговые зоны правого знака. При этом, если на севере размещение дайкового комплекса контролировал структурный парагенезис, характерный для хрупкой зоны сдвига, то на юге это был структурный парагенезис хрупко-пластичной зоны сдвига. Это, по-видимому, обусловлено повышением пластичности пород в южном направлении в зоне более высоких фаций регионально-метаморфизма и указывает на синметаморфический характер дайкового комплекса. Северо-западные сдвиги левого знака проявлены менее интенсивно и реализуются главным образом в зоне повышенной пластичности, где происходит формирование первичных хрупких сколов, наследующих более ранний структурный план, и вторичных хрупко-пластичных сколов, имеющих типичный рисунок «конского хвоста» (рис. 4,б). Подобные структуры, вероятно, контролировали внедрение и обусловили сложные формы интрузий в южной части района. Модель образования интрузий в такой обстановке представлена на рис. 4,в.

Возраст дайкового комплекса определен на примере габброидов пос. Алатту. U-Pb изохронное датирование цирконов из этих пород дало возраст $1884,8 \pm 3,3$ млн лет. Проанализированные цирконы из трех даек плагиогранитов и гранитов массива Пиенсунсари имеют архейский возраст. Сингенетичных протерозойских цирконов не обнаружено [7].

В региональном плане ближайшим аналогом габбро-плагиогранитных интрузий является Кааламский комплекс габбро-норитов — диоритов, возраст которого $1888 \pm 5,2$ млн лет [7].

Петрографическое описание. *Бiotитовые кварцевые диориты, плагиогранит-порфиры.* Макроскопически это мелкозернистые массивные или гнейсовидные желтовато-серые или темно-серые породы. Цветной минерал представлен биотитом, содержание которого 3–15 об. %. Амфибол установлен в единичных случаях. Содержание кварца в кварцевых диоритах 7–15 %, в плагиогранит-порфирах — 15–30 %. Плагиоклаз слагает 60–80 %. Состав акцессорных и рудных минералов представлен в табл. 1. Структура порфировая. Размер вкрапленников — от 1 мм до 1 см и более. Вкрапленники представлены таблитчатым плагиоклазом, реже каплевидным кварцем и составляют от 10 до 60 % породы. Основная масса сложена кварцем и плагиоклазом, структура тонкозернистая, реже среднезернистая, микрогранобластовая. Вкрапленники плагиоклаза имеют зональное строение. Биотит иногда образует скопления, позволяющие предположить, что замещался цветной минерал. К этим скоплениям часто приурочен агрегат кварца, альбита и рудного минерала.

Биотит-амфиболовые габбро и диориты. Макроскопически габброиды представляют собой мелко-среднезернистые темные с зеленоватым оттенком породы с массивной, реже гнейсовидной текстурой. Цветные минералы, представленные обыкновенной роговой обманкой, вторичным актинолитом и подчиненным количеством биотита, составляют в габброидах от 40 до 70%, плагиоклаз — 40–60% породы. В наиболее слабо метаморфизованных разновидностях установлен реликтовый клинопироксен, который замещается роговой обманкой. Структура таких разновидностей офитовая. Вторичные минералы — прожилковый карбонат и мелкий клиноцоизит, развивающийся по плагиоклазу.

Геохимия и петрология. Представительные химические анализы пород дайкового комплекса приведены в табл. 2. Большинство проанализированных образцов пред-

Таблица 1. Содержание аксессуарных минералов (г/т) и концентрации Au, Pt, Pd в породах дайкового комплекса различной степени измененности

Интрузия	пос. Алатту			р. Янис	о-в Пиенсуонсари
	Габбро	Измененный гранит	Слабо измененный гранит	Слабо измененный гранит	Слабо измененный гранит
№пробы	260600	260607	260602	260611	МВ-94/1
Магнетит	200	80	60	115	50
Ильменит	110	35	35	55	20
Циркон	25	235	175	205	140
Апатит	840	660	380	400	360
Гранат			0,5		1,5
Титанит	55	40	165	35	20
Группа эпидота		15	15	25	
Турмалин		50	20	30	
Шеелит		1			
Барит		20	20	20	20
Рутил	1			3	
Пирит	560	3500	325	1800	75
Пирротин	250	70	50	230	10
Халькопирит	235	1510	15	65	5
Галенит	1	25	1	5	
Сфалерит	1	5	1	1	
Молибденит		420			
Арсенопирит	130	2900	15	125	
Золого	0,01	0,03			
Уранинит		10		10	
Выход тяжелой фракции, %	2,05	2,33	1,04	1,78	0,9
Содержание в тяжелой фракции, ppm					
Au	1,1	8,3	0,11	0,05	0,09
Pt	0,65	0,6	0,7	0,25	<0,1
Pd	0,11	0,07	0,31	0,3	0,4
Содержание в породе, не менее ppb					
Au	22	190	1	1	
Pt	13	14	7	4	1
Pd	2	2	3	5	4

Примечание. Концентрации Au, Pt, Pd в тяжелых фракциях измерены методом пробирного анализа.

составляют плагиограниты и габброиды из интрузий пос. Алатту. На классификационной диаграмме Ф. Дебона и П. Лефорта [8] точки составов пород образуют тренд в полях габбро и диорита, кварцевого диорита, тоналита, слегка смещенный в сторону монцитонитовидных составов (рис. 5). Кварцевые диориты относятся к умеренно глиноземистым породам со значениями индекса глиноземистости A/CNK 0,8–0,9. В то же время большинство проанализированных плагиогранит-порфиров пересыщены глиноземом (A/CNK до 1,3, образец 24452 в табл. 2). Бимодальный характер комплекса отчетливо виден на харкеровских вариационных диаграммах (рис. 6), где точки составов пород образуют две группы, в которых кремнезем составляет 50–55 и 64–70 вес. %. Тренды изменения содержаний петрогенных окислов в целом близки к линейным. Магнезиальность габброидов невысока ($Mg\#$ 45–60). Обращает внимание высокая магнезиальность гранитоидов в составе комплекса ($Mg\#$ 35–55). Закономерного изменения концентраций редких элементов от габброидов к плагиогранитам не установлено. Это, вероятно, объясняется тем, что редкие элементы проанализированы

Таблица 2. Химические составы пород дайкового комплекса северного Приладожья

Инtruзия Порода	пос. Алатту					р. Янис		пос. Харлу
	Габбро	Габбро	Диорит	Кварцевый диорит	Плагио- гранит- порфир	Кварцевый диорит	Плагио- гранит- порфир	Мета- дацит
№ пробы	260600	МБ-51	260604	МБ-50	24452	261201	260611	МБ-11/4
SiO ₂	50,40	50,80	52,90	62,20	70,16	59,50	64,30	67,10
TiO ₂	1,20	1,30	0,76	0,41	0,18	0,44	0,31	0,23
Al ₂ O ₃	15,30	14,50	14,00	16,70	16,70	14,90	15,40	16,40
FeO ^{tot}	11,48	11,39	8,20	5,27	1,77	5,65	4,09	2,63
MnO	0,17	0,19	0,14	0,14	0,04	0,12	0,07	0,04
MgO	5,80	5,10	6,20	1,30	0,41	4,90	3,50	1,70
CaO	7,70	8,20	8,40	5,40	1,91	5,40	5,20	4,40
Na ₂ O	2,40	2,50	3,40	4,00	5,18	3,00	3,80	4,60
K ₂ O	2,30	1,90	1,70	2,10	1,77	2,50	1,30	0,95
P ₂ O ₅	0,35	0,39	0,29	0,29	0,03	0,19	0,16	0,11
п.п.п	1,20	3,10	3,30	2,40	1,52	2,90	0,76	1,60
Ba	714	700	698	680		910	810	623
Rb	68	55	78			66	36	49
Sr	641	523	843			561	793	761
Cr	61,0	38,0						55,0
Ta	0,2	0,3					0,2	0,2
Nb	<10		<10			<10	<10	<10
Hf	1,6	3,7					1,9	2,4
Zr	81	140	93			90	65	78
Y	18		23			19	7	<15
Th	1,5	2,6					0,5	0,6
La	12,0	17,0					8,7	5,8
Ce	24,0	39,0					14,0	14,0
Nd	16,0	22,0					6,6	5,7
Sm	3,3	4,3					1,4	1,0
Eu	1,1	1,1					0,5	0,4
Tb	0,5	0,6					0,2	0,2
Yb	1,7	2,0					0,7	0,5
Lu	0,3	0,3					0,1	0,1
Mg#	0,48	0,45	0,58	0,31	0,29	0,61	0,61	0,54
A/CNK	0,75	0,69	0,62	0,89	1,20	0,85	0,90	0,99
(La/Yb) _N	4,72	5,68					8,68	7,60

Примечания. Концентрации окислов — в вес. %, Ba—Lu — в г/т; Mg# = Mg/(Mg+Fe^{tot}), ат. кол.; A/CNK = Al₂O₃/(Na₂O+K₂O+CaO), мол. кол.; (La/Yb)_N — концентрации, нормированные в хондриту. Пробы с номерами МБ предоставлены В. А. Богачевым (ГСФ «Минерал»).

в пробах из различных удаленных друг от друга интрузий, которые могли отличаться по характеру процессов дифференциации или быть в разной степени контаминированы коровым веществом. Общими геохимическими особенностями габброидов и плагиогранитов являются относительно повышенные концентрации Ba (600–900 г/т), Sr (500–850 г/т) и пониженные Rb (36–78 г/т). Распределения РЗЭ слабо фракционированы без Eu аномалий (табл. 2, рис. 7). По содержанию редких элементов породы комплекса наиболее близки к материалу нижней коры [10].

Таким образом, имеющийся геохимический материал свидетельствует о том, что плагиограниты скорее всего образованы в результате плавления архейского нижне-среднекорового протолита. Источником тепла могли быть расплавы основного состава мантийного происхождения, проникающие в нижние—средние горизонты коры. Габброиды в составе комплекса, вероятно, представляют такие мантийные расплавы, в значительной степени контаминированные коровым веществом. Изотопный состав Nd изучен в габбро Алатту и в двух дайках плагиогранитов. Значения eNd_{1,89} варьируют от –4 до –4,5, что не противоречит предположению об участии архейской коровой компоненты в формировании пород комплекса [11]. Наличие составных даек с при-

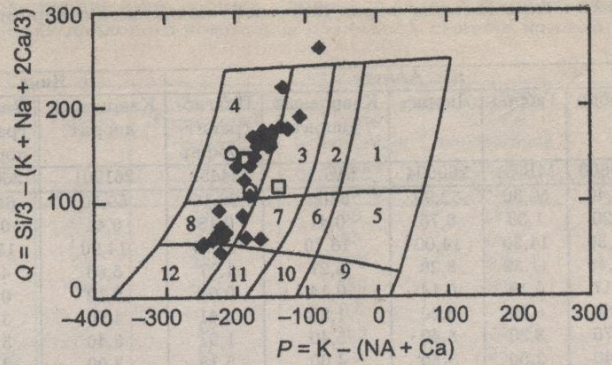


Рис. 5. Породы дайкового комплекса на классификационной диаграмме Дебона и Лефорта [8].

1—гранит; 2—адамеллит; 3—гранодиорит; 4—тоналит; 5—кварцевый сиенит; 6—кварцевый монзонит; 7—кварцевый монцодиорит; 8—кварцевый диорит; 9—сиенит; 10—монзонит; 11—монцогаббро; 12—габбро и диорит. Ромбами показаны породы интрузий пос. Алатту, квадратами — интрузии р. Янис, кружками — мелких даек района пос. Харлу (то же для рис. 6 и 7).

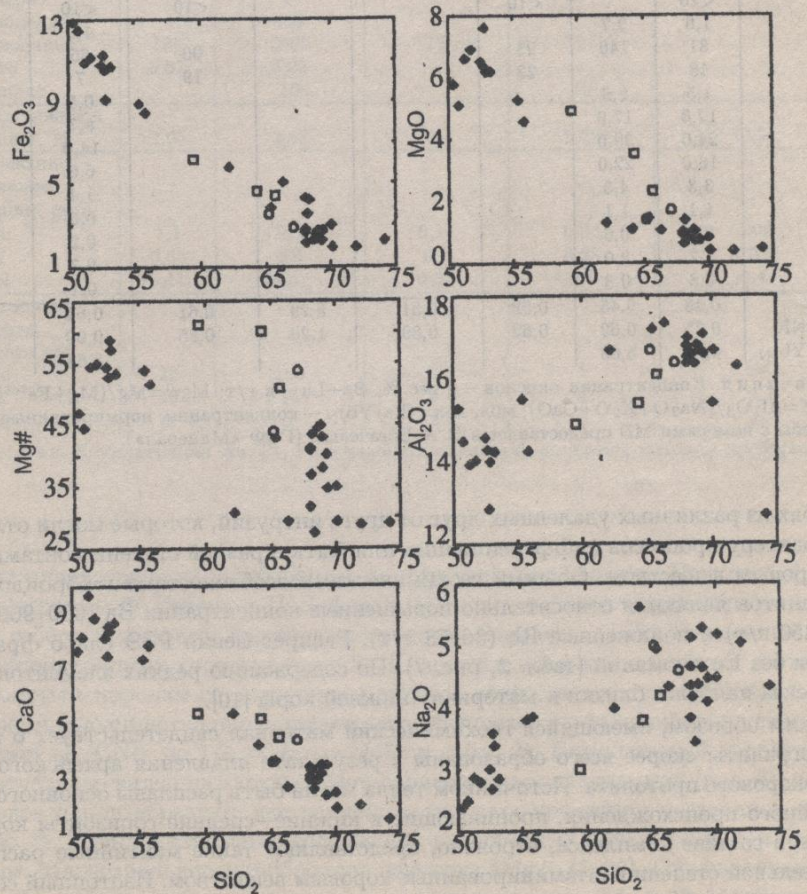


Рис. 6. Харкеровские вариационные диаграммы для пород дайкового комплекса.

Порода / хондрит

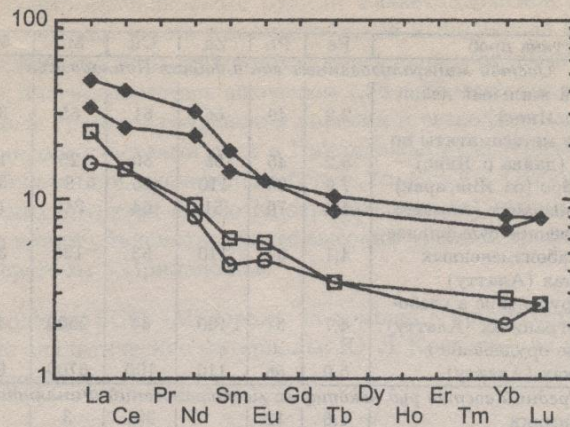


Рис. 7. Нормированные к хондриту [9] концентрации редкоземельных элементов в породах дайкового комплекса.

знаками одновременного внедрения габброидов и плагиигранитов позволяет рассматривать наблюдаемые тренды изменения концентраций петрогенных элементов как результат смешения основного и кислого расплавов.

Металлогения. С малыми интрузиями в зоне метаморфизма зеленосланцевой и низов амфиболитовой фаций связаны проявления золотой и сульфидной минерализации. По данным геолого-съемочных работ (Н. А. Артамонова и др., 1989) концентрации Au в минерализованных участках изменяются в пределах 0,01–0,1 г/т и только в единичных пробах достигают 1–3 г/т. Интервалы с повышенными содержаниями Au, установленные по данным поискового бурения в интрузиях пос. Алатту, показаны на рис. 3. Минерализованные участки изучены нами в интрузиях пос. Алатту, р. Янис, а также в мелких дайках габброидов к югу от оз. Янисъярви. Проявления минерализации в связи с интрузиями в зоне более высоких фаций метаморфизма к югу от пос. Харлу неизвестны. Минеральный состав тяжелых фракций пород различных интрузий, а также содержание в них Au, Pt и Pd даны в табл. 1, где для сравнения представлен относительно высокометаморфизованный плагиигранит о-ва Пиенсуонсари. Концентрации рудных элементов в пробах из минерализованных участков приведены в табл. 3. Состав рудных минералов изучен с помощью микроанализатора в АО «Механобр-аналит».

Все исследованные проявления золоторудной минерализации однотипны по вещественному составу рудных минералов и околорудных метасоматитов. Наиболее ранние и высокотемпературные рудоносные метасоматиты контролируются штокверковыми зонами серицит-кварцевых березитов в плагиигранитах и вмещающих метасадках. Главными рудными минералами золотоносных метасоматитов в плагиигранитпорфирах пос. Алатту являются арсенопирит с содержанием Co 0,86–3,50 вес. % ($Fe_{0,89-0,97} Co_{0,02-0,10} As_{0,99-1,01} S_1$), пирит (Co до 0,2%), сфалерит (Cd до 2%; $Fe_{0,15-0,18} Zn_{0,84-0,85} Cd_{0,00-0,02} S_1$) и пирротин. В центральных, наиболее полно проявленных частях метасоматических зон наблюдаются кварцевые прожилки мощностью до 2 см, несущие молибденитовую минерализацию, в подчиненных количествах присутствуют арсенопирит, пирротин, халькопирит, галенит. Помимо кварцевых прожилков, молибденит встречается в виде мономинеральных «сухих» прожилков и просечек мощностью до 2–3 мм. Он представлен смесью политипов (5–20 об. % модификации 3R и 80–95% — 2H) и содержит высокие концентрации Re —

Таблица 3. Концентрации рудных элементов

Характеристика проб	Fe	Pb	Zn	Cu	Mo	W	As	Au
<i>Состав минерализованных зон в дайках Приладожья</i>								
Минерализованный жильный кварц (дайка р. Янис)	2,2	49	66	61	55	35	40 000	0,3
Кварц-серицитовые метасоматиты по плагиогранитам (дайка р. Янис)	3,2	45	85	50	25	12	29 000	0,4
Пропилиты по габбро (оз. Янисярви)	7,9	23	110	85	8	33	10	0,1
Измененный плагиогранит (Алатту)	4,2	70	51	64	240	15	310	0,2
Прожилково-вкрапленное сульфидное оруденение в слабоизмененных плагиогранитах (Алатту)	4,1	37	110	53	125	30	450	0,1
Молибденитовое оруденение в слабоизмененных плагиогранитах (Алатту)	4,7	37	100	84	2600	42	210	0,1
Молибденитовое оруденение в метапесчаниках (Алатту)	5,0	56	110	100	6700	90	1300	0,1
<i>Средний состав руд некоторых месторождений Финляндии</i>								
Осиконмяки	1,6	12		391	3		5000	2,4
Пириля	14,0		432	1890	1	4	31 000	7,6
Пириля-2	6,8	22	158	49	1	18	18 000	3,0
Энгеслампи	12,5		79	1490	1	6	12 000	2,5
Антиноя	5,9	2	57	819	38	1	80	3,5
Кангаскюля	6,8	33	496	1320	1	15	35 000	2,3
Киимала	38	78	2920	2860	1	1	330	2,7
Лайвакангас-Н	10,2	1	92	451	2	28	2200	5,0
Похьела	1,85	2	141	293	1	2400	630	12,8
Весиперя	9,8	2	95	279	1	92	13 000	9,1

Примечания. Концентрации Pb—Au приведены в г/т, Fe — в вес. %. Концентрации Au измерены методом атомной абсорбции, концентрации остальных элементов — методом РСА.

до 175 г/т. В габброидах пос. Алатту ранние метасоматиты представлены зонами амфибол-клиноцоизитовых пропицитов. Рудные минералы — ильменит и магнетит, сульфиды (пирит, пирротин, халькопирит) — появляются при более поздней серицитизации пропицитов. Концентрация Au в проанализированных образцах из района Алатту не превышает 0,2 г/т (табл. 1 и 3).

В плагиогранитах дайки р. Янис зоны метасоматитов имеют субмеридиональное простирание, совпадающее с простиранием дайки, мощность 1–6 м и прослеживаются на десятки метров. Минеральный состав метасоматитов аналогичен описанному в районе пос. Алатту, однако молибденит в плагиогранитах р. Янис не установлен (см. табл. 1). Кварцевые прожилки и околожильные метасоматиты содержат до 12–15 об. % арсенопирита с менее высокими концентрациями кобальта, чем в арсенопиритах Алатту. Содержание золота в проанализированных образцах 0,3–0,4 г/т (табл. 3).

Другой тип метасоматитов, описанный в плагиогранитах пос. Алатту, который, по видимому, является более поздним, это жильные турмалиниты с обильной сульфидной минерализацией. Мощность жил — первые десятки сантиметров. В околожильном пространстве установлен низкотемпературный решетчатый микроклин. По видовому составу рудных минералов эти метасоматиты аналогичны метасоматитам ранней стадии. Однако химический состав минералов отличается: так, арсенопирит и пирит практически не содержат Co, а сфалерит более беден Fe и Cd ($Fe_{0,13-0,16}Zn_{0,81-0,85}Cd_{0,00}S_1$). По составам сосуществующих пирита и пирротина рассчитана температура их образования, составляющая 350–365°C. Турмалин, слагающий до 30–40% объема метасоматитов, принадлежит к магнезиально-глиноземистым дравитам, характерным для месторождений золото-сульфидной формации. Концентрация Au в зонах таких метасоматитов достигает 1–2 г/т (Н. А. Артамонова и др., 1989).

Золото находится в самородной форме, а также в составе сульфидных минералов. Установлена положительная корреляция Au в минерализованных зонах с As, Cu, отношением Ni/Co и отрицательная с Mo и W.

Золоторудные проявления северного Приладожья могут быть сопоставлены с эпитетическими золото-мышьяковыми рудами Раахе-Ладожской зоны в Финляндии (табл. 3). Месторождения золота с сопутствующей мышьяковой и медной минерализацией Раахе-Ладожской зоны приурочены к небольшим интрузивным телам габброидов, тоналитов, плагиогранитов с возрастом 1,88–1,85 млрд лет, образующим протяженный пояс вдоль границы сочленения карелид и свекофеннид [12]. По сравнению с минерализованными участками даек в Приладожье руды, связанные с интрузиями на территории Финляндии, значительно богаче Zn, Cu, Au. Отличительной особенностью приладожских интрузий являются относительно повышенные содержания Mo и W (табл. 3). Это может объясняться более высоким уровнем эрозионного среза рудно-магматической системы в Приладожье.

Авторы благодарят ГСФ «Минерал» за помощь в организации полевых работ и предоставленные аналитические материалы; Ю. Л. Крецера — за микронзондовые анализы рудных минералов.

Summary

A number of small intrusions occur among low grade metaturbidites of Ladoga series to the SE of Lake Janis-jarvi. The intrusions range in composition from gabbro to plagiogranite-porphyrty. Plagiogranite dykes dominate. The dykes crosscut D1 folds and undergo subsequent deformations and metamorphism, which intensely increase southward. Primary textures distinctly indicate subvolcanic character of the rocks. Zircons from gabbroic stock yeild an age of 1884 ± 3 Ma. Poor Au—As mineralisation is hosted by WSW and NNE shear zones and associated quartz veins. The ore minerals include pyrite, Co-rich arsenopyrite, chalcopyrite, molybdenite, sphalerite, galena and native gold.

Литература

1. *Hackman V.* Sortavalan seudun kivilajikartta. Geoligisen toimikunnan julkaisema. Helsinki, 1929.
 2. *Лобанов И. Н.* Дайки гранодиоритов и порфириров Северного Приладожья // Изв. высш. учеб. заведений. Геология и разведка. 1966. № 9. 3. *Голубев А. И., Светов А. П., Свириденко Л. П.* Субвулканические образования плагиогранитной серии Северного Приладожья // Магматизм и металлогения докембрийских образований Карелии: Опер.-информ. материалы за 1983 г. Петрозаводск, 1983.
 4. *Светов А. П., Свириденко Л. П., Иващенко В. И.* Вулкано-плутонизм свекокарелид Балтийского щита. Петрозаводск, 1990. 5. *Светов А. П., Свириденко Л. П.* Стратиграфия докембрия Карелии. Сортавальская серия свекокарелид в Приладожье. Петрозаводск, 1992. 6. *Светов А. П., Голубев А. И., Свириденко Л. П.* Тенъярвинская интрузия плагиогранитов Северного Приладожья // Магматизм и металлогения докембрийских образований Карелии: Опер.-информ. материалы за 1983 г. Петрозаводск, 1983. 7. *Богачев В. А., Иванчиков В. В., Козырева И. В.* и др. U-Pb циркононое датирование синорогенных габбро-диоритовых и гранитоидных интрузий северного Приладожья // Вести. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7: Геология, география. 1999. Вып. 3 (№ 21). 8. *Debon F., Le Fort P.* A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations // Transactions of the Royal Society of Edinburg. Earth Sciences. 1982. Vol. 73. 9. *Taylor S. R., McLennan S. M.* The continental crust: its composition and evolution. Blackwell; Oxford, 1985. 10. *Rollinson H. R.* Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. London, 1993. 11. *Konopelko D., Levchenkov O., Stepanov K., Petrov S.* 1.88 Ga hypabissal calc-alkaline intrusions in the North Ladoga region // Anorogenic and other granites of proterozoic domains: Abstract volume. Tallinn; Arbavere, Estonia. 1998. 12. *Eilu P.* FINGOLD — a public database on gold deposits in Finland: Geol. Surv. of Finland. Report of Investigation. 1999. N 146.
- Статья поступила в редакцию 24 февраля 1999 г.