

УДК 551.242.3 (571.65)

## ОФИОЛИТЫ ВАЛАГИНСКОГО ХРЕБТА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ: НОВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ

© Н.В. Цуканов<sup>1</sup>, С.Г. Сколотнев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва, 117997

<sup>2</sup>Геологический институт РАН, Москва, 109017

Адрес для переписки: 117997, Москва, Нахимовский проспект, 36, Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН; тел. (095) 1246563; e-mail: paleogeo@sio.rssi.ru

Изучен химический состав породообразующих минералов, валовый химический состав и концентрации редких и рассеянных элементов, включая редкоземельные элементы ультрабазитов, габбро и базальтов, слагающих массив горы Попутной, крупные блоки и глыбы в серпентинитовом меланже, который расслаивает кампан-маастрихтские островодужные образования Ачайваям-Валагинской островной дуги в северной части Валагинского хребта. Выделено два офиолитовых комплекса. Один из них представлен толеитовыми базальтами и габброидами океанической природы, которые ассоциируют с сантон-нижекампанскими кремнистыми образованиями и, вероятно, являются фрагментом древней океанической коры, на которой заложилась Ачайваям Валагинская островная дуга. Другой - представлен перидотитами массива горы Попутной, которые по минералогическим и геохимическим данным имеют реститовую природу и сформировались в надсубдукционных условиях. По составу породообразующих минералов среди изученных перидотитов выделяются четыре группы, которые закономерно переслаиваются друг с другом в разрезе массива горы Попутной. Перидотиты разных групп различаются резко контрастным составом шпинелей, при этом одни из них попадают в поле шпинелей абиссальных океанических перидотитов, другие островодужных гарцбургитов и дунитов. Также выделяется группа с промежуточными составами породообразующих минералов.

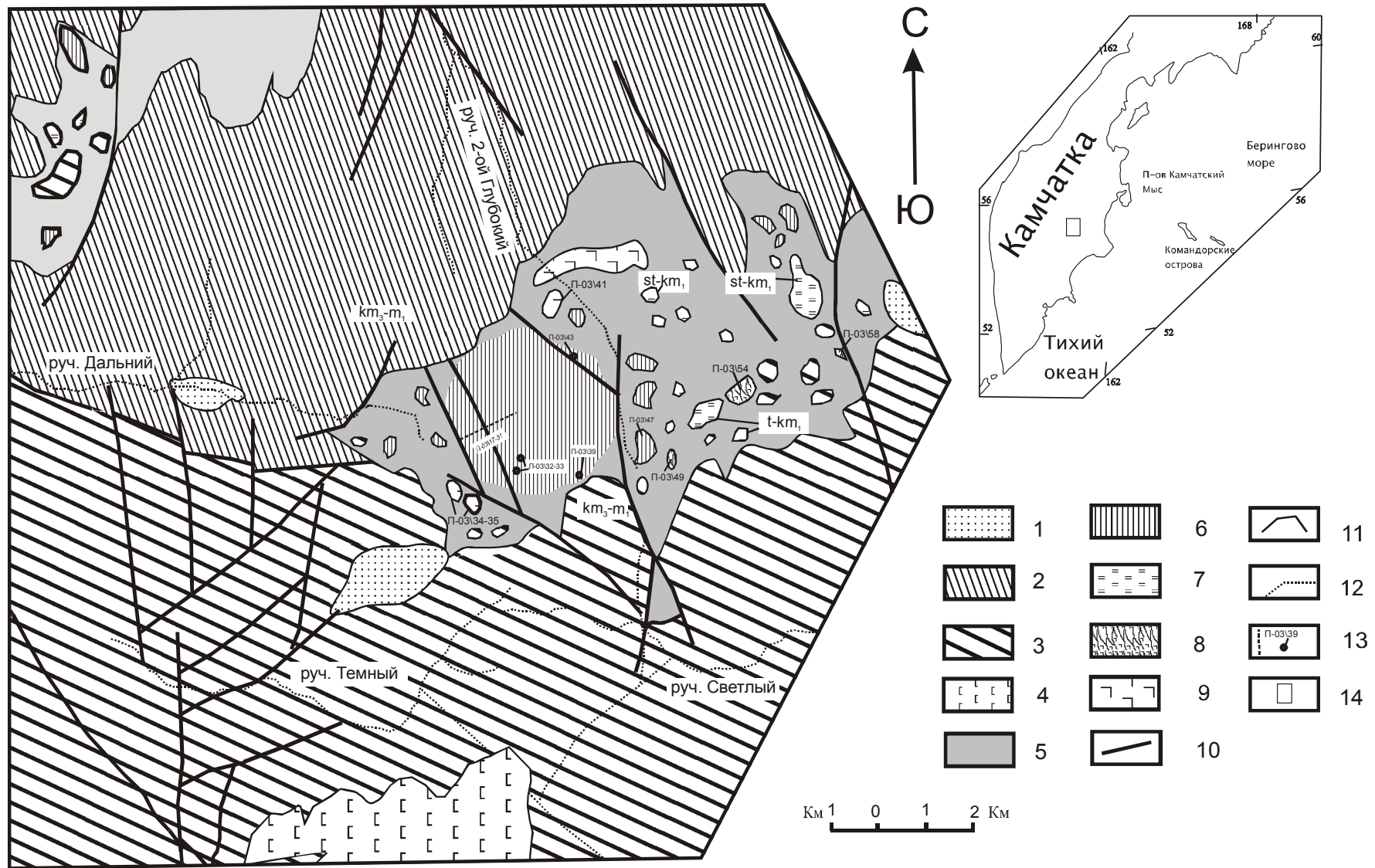
### ВВЕДЕНИЕ

В тектонической структуре аккреционных поясов участвуют тектонически дезинтегрированные офиолитовые комплексы, которые в виде тектонических пластин, сложенных как ультрамафитами, так и полимиктовым серпентинитовым меланжем, расслаивают вулканогенно-терригенные образования островодужных террейнов. Геодинамическая типизация и корреляция фрагментов офиолитовых комплексов до настоящего времени остается дискуссионной (Селиверстов, 1978; Марковский, Ротман, 1981; Разницин и др., 1984; Аккреционная..., 1993; Селиверстов, Осипенко, 1999). Нами были изучены перидотиты массива г. Попутной, габброиды и вулканиты, слагающие глыбы

и блоки в серпентинитовом меланже в северной части Валагинского хребта, который является фрагментом позднемеловой-раннепалеогеновой Ачайваям Валагинской вулканической дуги, входящей в аккреционную структуру Восточной Камчатки (Аккреционная..., 1993). В результате полевых исследований в 2003 г собраны материалы, при обработке которых получены новые геолого-геохимические и минералогические данные, позволяющие высказать новую точку зрения на природу этих образований.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

В северной части Валагинского хребта (рис. 1) развиты вулканогенные и туфогенно-осадочные образования кампан-маастрихтского возраста.



**Рис 1.** Геологическая схема верхних руч. Дальний в северной части Валагинского хребта по (Аккркционная..., 1993 с изменениями авторов). 1 - рыхлые плиоцен-четвертичные отложения; 2-4 кампан-маастрихтские образования кремнисто-вулканогенного комплекса (2 - преимущественно туфогенно-осадочные образования; 3 - преимущественно вулканогенно-туфогенные образования); 4 - ультраосновные вулканы хребтовой толщи; 5 - серпентинитовый меланж; 6-9 включения в серпентинитовом меланже горы Попутной: 6 - ультрамафиты массива горы Попутной; 7 - кремнистые породы; 8 - базальты; 9 - габброиды; 10 - разрывные нарушения; 11 - геологические границы; 12 - гидросеть; 13 - место отбора проб и номера образцов; 14 - район работ (на врезке).

Они формируют покровную структуру района, где на туфогенную часть разреза надвинуты преимущественно вулканогенно-туфогенные образования, содержащие прослой ультраосновных вулканитов (Разницин и др., 1984; Цуканов, 1991; Аккреционная..., 1993). В верховьях ручьев Дальний, 2-й Глубокий, Светлый к зоне контакта приурочен серпентинитовый меланж, площадью около 20 кв. км и мощностью от первых метров до 200-300 м, который погружается в южных и юго-восточных румбах. В серпентинитовом меланже заключены многочисленные глыбы и блоки, сложенные порфиоровыми, реже афировыми базальтами, габброидами, пикритами, туфами и кремнистыми породами. К выходам серпентинитового меланжа приурочен также крупный ультрамафитовый массив горы Попутной, который имеет округлую в плане форму и представляет собой лакколитоподобное тело мощностью около 700 м и площадью около 8 кв<sup>2</sup> (Селиверстов, 1978; Марковский, Ротман, 1981). Массив сложен преимущественно гарцбургитами. В подчиненном количестве развиты дуниты, образующие линзовидные тела, шпинелевые лерцолиты и хромиты. Во многих местах на контактах массива отмечены метасоматически переработанные породы. Контакты с вмещающими породами тектонические.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Состав породообразующих минералов определялся с помощью электронного сканирующего микроскопа CamScan I4DV с эмиссионной приставкой LinAN 10000 в МГУ им. М. Ломоносова, химический состав пород был изучен методом РФА (Новосибирск, аналитик Попов). Микроэлементный состав изучался ICP-MS масспектрометром с индукционно-связанной плазмой в ИМГРЭ (аналитик Д.З. Журавлев).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изученные ультрабазиты массива горы Попутной классифицируются как клинопироксен содержащие гарцбургиты, состоящие из оливина (до 80%), энстатита (до 20-25%), диопсида (до 5%), хромшпинелида (около 2%), в некоторых образцах гарцбургитов наблюдается повышенное количество зерен клинопироксена, и они по минеральному составу приближаются к шпинелевым лерцолитам.

Составы оливинов из ультрабазитов горы Попутной (табл. 1) характеризуются высокой магнезиальностью ( $Fo = 89.93-91.15$ ), переменным, но преимущественно высоким содержанием  $NiO$  (0.2-0.61 мас. %), преимущественно (0.4-0.53 мас. %). По соотношению магнезиальности  $OI$  и содержанию  $Ni$  они близки к мантийным реститогенным ультрамафитам (Bonatti et al., 1992). По соотношению магнезиальности оливинов и хромистости первичных хромшпинелидов ультрамафиты массива горы Попутной попадают в область мантийных оливин - шпинелевых перидотитов, частично - в поля абисальных и супрасубдукционных мантийных перидотитов.

Магнезиальность ( $Mg\#$ ) и хромистость ( $Cr\#$ ) изученных шпинелей сильно варьируют. По соотношению этих параметров выделяется четыре группы шпинелей, что отчетливо видно на диаграмме  $Mg\# - Cr\#$  (табл. 2, рис. 2). Шпинели из первой группы имеют  $Cr\#$  до 40 и  $Mg\# = 60-80$ , что сближает их со шпинелями из абисальных перидотитов (рис. 2), которые формируются в пределах срединно-океанических хребтов. Шпинели второй группы с  $Cr\# = 60-74$  и  $Mg\# = 50-60$  попадают в поле шпинелей островодужных гарцбургитов. В третьей группе шпинели имеют промежуточный состав ( $Cr\# = 42-54$  и  $Mg\# = 60$ ) между шпинелями первой и второй групп. Четвертая группа шпинелей с очень высокими значениями хромистости ( $Cr\# = 80$ ) представляет дуниты. Содержание титана в шпинелях низкое, на уровне чувствительности. Образцы, содержащие шпинели различного состава из выше выделенных групп, располагаются по разрезу горы закономерно, переслаиваясь друг с другом вверх по склону.

Изученные ортопироксены характеризуются высокой магнезиальностью ( $Mg\# = 90.20-92.21$ ) и низкими, на грани чувствительности содержаниями  $TiO_2$  и  $CaO$  (табл. 3). Концентрации  $Cr_2O_3$  и  $Al_2O_3$  в ортопироксенах заметно варьируют, при этом наблюдается определенная корреляция с группами, выделенными по составу шпинелей. Наиболее высокие содержания алюминия ( $Al_2O_3 = 3.18-3.96\%$ ) и хрома ( $Cr_2O_3 = 0.7-0.8\%$ ) наблюдаются в ортопироксенах из первой группы. Наименьшие концентрации алюминия и в, среднем, более низкие содержания хрома характерны для второй группы ( $Al_2O_3 = 1.06-1.08\%$ ,  $Cr_2O_3 = 0.36-0.57\%$ ). Для третьей группы ортопироксенов, как и для шпи-

ОФИОЛИТЫ ВАЛАГИНСКОГО ХРЕБТА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Таблица 1. Представительные химические составы оливина, масс. %

Компонент	п-03/20.7	п-03/20.10	п-03/27.12	п-03/27.9	п-03/28.8	п-03/28.3	п-03/33.2	п-03/39.9	п-03/39.7	п-03/47.2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	40.32	40.49	40.40	40.53	41.01	40.43	40.40	40.44	40.81	41.16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.37	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO*	9.79	9.65	9.64	9.50	9.20	9.33	9.57	9.40	9.66	9.70
MnO	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.19	0.00
MgO	49.05	48.87	49.02	49.11	49.33	49.31	49.36	49.44	48.91	48.79
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.13
NiO	0.00	0.00	0.51	0.53	0.33	0.42	0.00	0.43	0.40	0.00
сумма	99.72	99.74	99.57	99.68	99.87	99.74	99.33	99.73	99.99	99.78
Fo	89.93	90.03	90.07	90.21	90.53	90.40	90.19	90.36	90.03	89.97

Компонент	п-03/47.4	п-03/18.1	п-03/18.3	п-03/18.4	п-03/22.1	п-03/22.7	п-03/24.1	п-03/24.7	п-03/24.1	п-03/31.6
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO <sub>2</sub>	40.53	40.31	40.45	40.48	40.96	40.99	40.84	41.01	40.72	40.72
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.03	0.07	0.04	0.11	0.00	0.00	0.08	0.00
FeO*	9.60	8.79	9.32	9.28	9.48	9.25	9.36	9.02	8.60	7.76
MnO	0.00	0.12	0.13	0.08	0.15	0.07	0.11	0.09	0.21	0.17
MgO	49.11	49.75	49.62	49.66	48.94	49.02	49.41	49.60	49.72	50.38
CaO	0.00	0.06	0.03	0.01	0.00	0.05	0.06	0.08	0.06	0.00
NiO	0.44	0.61	0.37	0.25	0.35	0.46	0.00	0.20	0.46	0.53
сумма	99.68	99.68	99.94	99.83	99.93	99.98	99.78	99.99	99.85	99.69
Fo	90.12	90.98	90.47	90.51	90.20	90.42	90.39	90.74	91.15	92.05

Компонент	п-03/43.4	п-03/43.5	п-03/17.4	п-03/17.5
	21	22	23	24
SiO <sub>2</sub>	40.41	40.93	40.98	41.13
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.13	0.10	0.08	0.00
FeO*	8.97	8.60	6.80	7.08
MnO	0.09	0.10	0.18	0.16
MgO	49.94	49.71	51.11	51.01
CaO	0.00	0.02	0.04	0.04
NiO	0.33	0.53	0.51	0.43
сумма	99.87	100.00	99.73	99.84
Fo	90.84	91.15	93.06	92.78

Примечание. FeO\* - здесь и далее в таблицах 2-4 все железо в виде FeO.

Таблица 2. Представительные химические составы хромшпинелидов, мас. %

Компо- нент	п- 03/20.5	п- 03/20.6	п- 03/20.3	п- 03/20.8	п- 03/27.5	п- 03/27.6	п- 03/27.11	п- 03/27.8	п- 03/28.4	п- 03/28.6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.15	43.09	43.97	40.47	42.02	41.65	46.82	42.38	37.89	39.77
FeO*	17.47	16.71	14.99	14.43	14.91	14.57	14.95	14.84	15.69	14.95
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.21	23.15	23.49	27.70	25.11	25.88	20.09	24.89	30.21	28.19
MgO	16.12	16.04	16.70	16.81	17.12	16.97	17.68	17.13	15.66	16.13
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.12	0.35	0.20	0.08	0.00	0.00	0.25	0.21	0.00	0.12
Сумма	99.78	99.82	99.92	100.05	99.45	99.30	100.10	99.74	99.64	99.33
#Mg	67.26	67.31	69.11	70.04	71.30	70.88	72.18	71.43	66.67	68.33
#Cr	25.67	26.49	26.38	31.46	28.61	29.42	22.35	28.26	34.85	32.22

Компо- нент	п- 03/28.10	п- 03/28.2	п- 03/33.3	п- 03/33.8	п- 03/33.10	п- 03/33.12	п- 03/33.13	п- 03/39.6	п- 03/39.1	п- 03/39.2
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37.53	41.53	48.22	41.95	37.58	39.73	40.64	41.02	41.36	41.08
FeO*	15.32	15.58	15.16	15.22	15.28	15.35	15.75	14.37	15.10	14.03
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30.34	26.17	18.40	25.65	29.98	27.90	27.68	26.68	26.30	27.50
MgO	16.30	16.33	17.92	16.53	16.22	16.57	15.79	16.58	16.54	16.76
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.28	0.33	0.05
NiO	0.00	0.00	0.12	0.00	0.26	0.15	0.00	0.25	0.21	0.19
Сумма	99.76	99.83	100.16	99.57	99.97	99.97	100.02	99.87	100.21	99.91
#Mg	69.18	68.21	72.47	69.01	69.78	69.76	66.29	69.31	69.72	70.22
#Cr	35.16	29.70	20.38	29.08	34.85	32.02	31.36	30.37	29.90	30.98

Компо- нент	п- 03/47.14	п- 03/47.15	п- 03/47.7	п- 03/47.5	п- 03/18.2	п- 03/18.7	п- 03/32.8	п- 03/22.3	п- 03/22.4	п- 03/22.5
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39.70	41.20	44.11	46.09	35.17	30.29	29.23	29.90	29.94	29.74
FeO*	15.71	16.06	14.00	15.53	16.79	17.44	18.46	20.65	19.90	20.03
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.62	25.33	24.05	21.36	32.23	37.77	38.38	35.32	36.11	36.56
MgO	15.96	16.67	17.29	16.78	14.72	13.52	13.60	13.42	13.44	13.07
MnO	0.00	0.33	0.00	0.00	0.19	0.18	0.00	0.09	0.28	0.21
NiO	0.00	0.24	0.00	0.18	0.20	0.08	0.00	0.20	0.00	0.00
Сумма	99.57	100.20	99.63	100.16	99.88	99.71	99.95	100.19	100.21	100.16
#Mg	66.52	70.36	71.25	68.88	63.75	60.10	60.49	59.78	59.77	58.17
#Cr	31.81	29.19	26.78	23.71	38.07	45.54	46.82	44.20	44.72	45.20

ОФИОЛИТЫ ВАЛАГИНСКОГО ХРЕБТА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Таблица 2. Продолжение.

Компонент	п-03/24.6	п-03/24.9	п-03/24.5	п-03/32.4	п-03/32.7	п-03/32.3	п-03/31.1	п-03/31.2	п-03/31.4	п-03/43.6
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.60	26.83	26.82	25.72	25.20	24.95	14.84	16.64	15.04	19.07
FeO*	18.40	18.06	17.85	18.29	18.15	18.05	20.03	19.75	18.81	19.20
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42.35	40.81	40.92	42.43	42.05	43.32	53.36	51.46	53.79	49.44
MgO	12.99	13.44	13.61	13.01	13.58	13.22	11.08	11.02	11.48	11.82
MnO	0.37	0.39	0.11	0.00	0.00	0.00	0.09	0.16	0.25	0.11
NiO	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
Сумма	100.04	100.14	99.84	99.69	99.32	99.79	99.94	99.70	99.85	100.00
#Mg	59.30	61.18	60.93	59.04	61.71	60.03	53.18	52.60	55.11	55.55
#Cr	52.60	50.50	50.57	52.53	52.81	53.80	70.69	67.47	70.58	63.50

Компонент	п-03/43.1	п-03/43.2	п-03/17.1	п-03/17.2	п-03/17.3	п-03/48.1	п-03/48.2	п-03/48.3	п-03/48.4	п-03/48.5
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.88	20.99	11.34	11.52	11.62	9.33	10.30	8.81	5.94	7.93
FeO*	18.89	18.46	20.84	17.83	19.33	21.36	20.29	22.39	21.76	24.22
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	49.99	47.18	56.92	57.76	57.31	58.14	58.10	58.77	58.67	58.67
MgO	11.82	12.54	10.01	12.05	11.44	10.23	10.43	9.16	9.24	8.19
MnO	0.16	0.00	0.51	0.40	0.24	0.59	0.00	0.00	0.76	0.72
NiO	0.11	0.15	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
Сумма	100.09	99.70	100.13	99.97	100.30	100.09	99.41	99.48	97.37	100.35
#Mg	55.77	58.13	49.75	58.64	55.66	51.37	51.46	45.89	48.72	41.85
#Cr	63.98	60.12	77.09	77.08	76.79	80.70	79.09	81.74	86.89	83.23

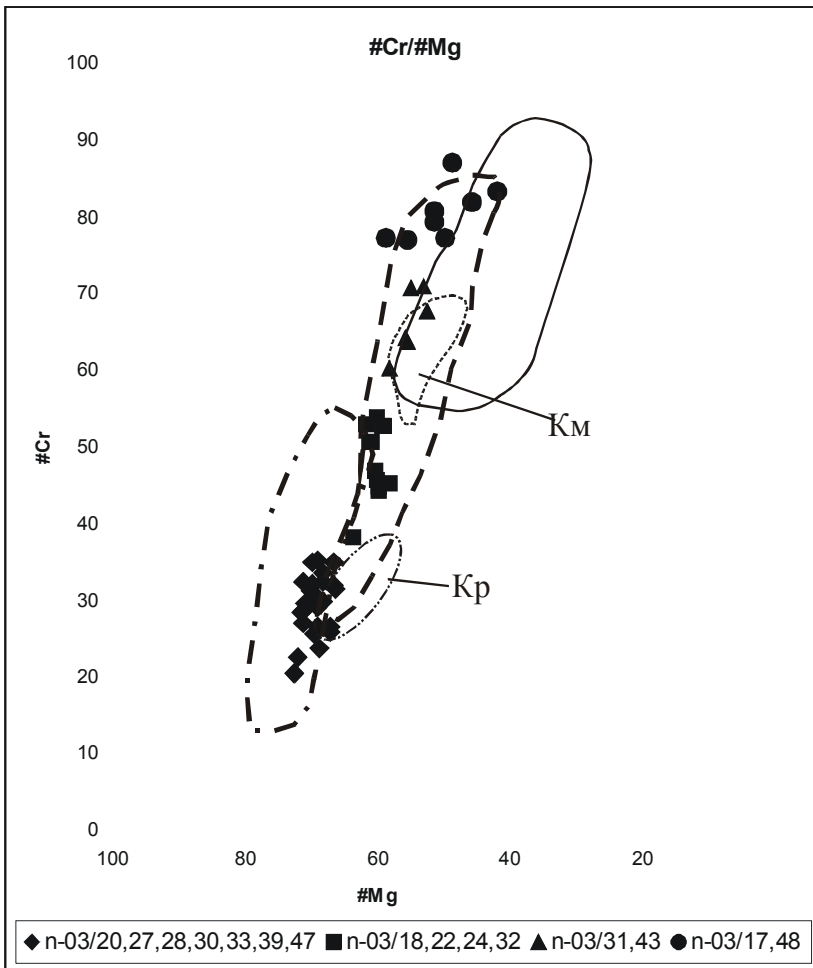
Примечание. #Mg = Mg/(Mg+Fe), #Cr = Cr/(Cr+Al).

нелей, характерны промежуточные значения этих параметров (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1.87-2.28%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0.25-0.64%).

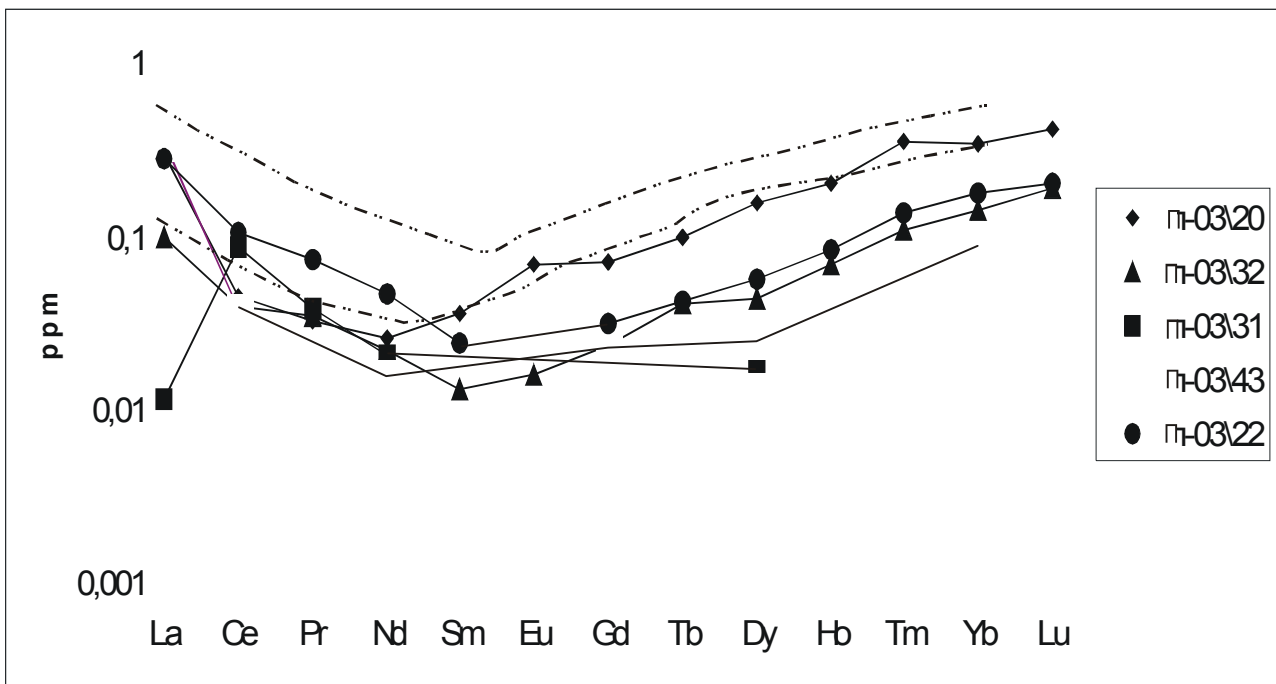
Клинопироксены присутствуют в виде ламелей в ортопироксенах и, реже, в виде мелких самостоятельных зерен. Проанализированные образцы слабо варьируют по магнезиальности и отличаются низкими содержаниями Na<sub>2</sub>O и TiO<sub>2</sub> (0.03-0.31% и 0-0.21%, соответственно), что сближает их с клинопироксенами из мантийных перидотитов (табл. 3) (Kornprost et al., 1981). Изученные образцы представляют только две из выше выделенных групп, при этом клинопироксены из разных групп заметно отличаются по содержанию хрома и алюминия. Более высокие значения этих параметров имеют место в первой группе (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 3.36-4.57%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1.07-1.36%) и более низкие - во второй (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1.39%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0.75%).

По валовому химическому составу перидотиты массива горы Попутной варьируют в достаточно узком диапазоне и по большинству эмпирических петрохимических показателей (Mg#, FeO/SiO<sub>2</sub>, MgO/SiO<sub>2</sub>, CaO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>) отвечают составам реститовых офиолитовых перидотитов (табл. 4). Породы деплетированы в отношении TiO<sub>2</sub>, а для некоторых образцов - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и щелочей.

Проведенное изучение состава минералов перидотитов выявило интересную особенность ультрамафитового массива горы Попутной, а именно, что в одном массиве сосуществуют как перидотиты, близкие по составу минералов к умеренно деплетированным реститам, широко распространенным в пределах срединно-океанических хребтов (Bonatti et al., 1992), так и перидотиты близкие к ультрамафитам, формирующимся в супрасубдукционных условиях. В



**Рис. 2.** Соотношение хромистости (#Cr) и магниальности (#Mg) в шпинелях перидотитов массива горы Попутной. Оконтурыны поля составов шпинелей абиссальных перидотитов (пунктирная линия с точкой), островодужных гарцбургитов (пунктирная линия), островодужных дунитов (сплошная линия) по (Ishii et al., 1992; Kay, Senechal, 1976; Kornprobst et al., 1981), тонкими пунктирными линиями оконтурыны поля составов шпинелей из гарцбургитов полуостровов Камчатский Мыс (Км) и Кроноцкий (Кр). Цифрами в легенде здесь и далее в рис. 3, 5 показаны номера изученных образцов.



**Рис. 3.** Распределение редкоземельных элементов в перидотитах массива горы Попутной. Тонкими пунктирными линиями проведены тренды распределения редкоземельных элементов в перидотитах Кроноцкого полуострова. Нормирование произведено по хондриту согласно (Evensen et al., 1978).

ОФИОЛИТЫ ВАЛАГИНСКОГО ХРЕБТА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Таблица 3. Представительные химические составы, мас. %

Компо- нент	п- 03/20.9	п- 03/20.4	п- 03/27.1	п- 03/27.2	п- 03/27.3	п- 03/27.7	п- 03/28.9	п- 03/28.1	п- 03/28.5	п- 03/28.7
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	54.87	55.85	54.80	55.04	54.64	54.99	55.81	55.61	55.48	55.36
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.79	0.85	0.62	0.75	0.78	0.74	0.53	0.80	0.80	0.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.96	3.26	3.72	3.94	4.16	3.33	2.74	3.35	3.12	3.38
FeO*	5.11	6.10	6.43	6.36	6.11	5.52	6.31	5.99	6.21	6.04
MnO	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.14	0.26
MgO	29.84	32.77	31.91	32.88	32.83	30.90	33.76	33.16	32.45	33.03
NiO	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.26	0.12	0.13	0.00	0.00
CaO	4.48	0.94	1.89	0.76	0.95	3.97	0.52	0.56	1.76	0.70
Na <sub>2</sub> O	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Сумма	99.88	99.94	99.38	99.73	99.59	99.84	99.95	99.60	99.96	99.50

Компо- нент	п- 03/33.1	п- 03/33.9	п- 03/33.11	п- 03/39.3	п- 03/39.4	п- 03/47.16	п- 03/47.3	п- 03/47.8	п- 03/47.6	п- 03/18.5
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO <sub>2</sub>	55.29	55.42	55.34	55.83	55.55	55.22	55.73	55.03	55.36	56.16
TiO <sub>2</sub>	0.17	0.00	0.11	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.74	0.78	0.78	0.54	0.59	0.83	0.84	0.73	0.80	0.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.31	3.18	3.29	2.96	2.80	3.10	3.35	3.79	3.55	2.48
FeO*	5.90	6.09	5.81	6.22	6.05	5.99	6.12	6.12	6.21	5.69
MnO	0.00	0.21	0.00	0.17	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
MgO	32.61	33.69	32.66	33.56	33.86	32.45	33.25	33.01	33.01	33.82
NiO	0.00	0.17	0.18	0.05	0.30	0.24	0.12	0.00	0.21	0.05
CaO	1.83	0.45	1.30	0.45	0.71	1.80	0.46	0.98	0.60	0.63
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.44	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.19
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Сумма	99.84	99.99	99.90	100.00	99.98	99.76	99.87	99.66	100.00	100.00

Компо- нент	п- 03/18.8	п- 03/22.2	п- 03/22.6	п- 03/22.8	п- 03/24.2	п- 03/24.3	п- 03/24.4	п- 03/24.8	п- 03/32.9	п- 03/32.6
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO <sub>2</sub>	56.02	57.01	56.56	55.94	56.85	56.73	56.56	56.51	56.60	55.82
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.93	0.25	0.25	0.66	0.00	0.64	0.75	0.64	0.56	0.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.61	1.87	1.74	2.45	2.28	2.19	1.98	2.08	1.99	2.23
FeO*	5.77	6.19	6.41	5.99	5.73	6.00	5.45	5.48	5.92	5.75
MnO	0.13	0.18	0.02	0.23	0.29	0.20	0.16	0.09	0.00	0.00
MgO	33.44	33.91	34.07	34.04	33.99	34.08	33.64	34.01	33.98	32.77
NiO	0.18	0.00	0.13	0.16	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	0.21
CaO	0.72	0.47	0.37	0.41	0.10	0.71	1.27	0.77	0.70	2.51
Na <sub>2</sub> O	0.20	0.00	0.43	0.12	0.20	0.03	0.05	0.25	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00
Сумма	100.00	100.00	100.00	100.00	99.44	100.64	100.00	100.00	99.91	99.94



Таблица 3. Продолжение.

Компо- нент	п- 03/31.3	п- 03/31.5	п- 03/31.7	п- 03/31.8	п- 03/43.3	п- 03/20.1	п- 03/20.2	п- 03/27.4	п- 03/27.10	п- 03/33.4
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
SiO <sub>2</sub>	57.58	57.60	57.06	55.80	57.43	52.00	51.27	51.31	52.03	52.41
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.07	0.10	0.00	0.00	0.11
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.57	0.80	0.53	4.59	0.36	1.36	1.20	1.28	1.24	1.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.23	0.99	1.06	1.03	1.07	4.12	4.28	4.58	4.39	2.94
FeO*	5.16	4.91	5.13	5.16	5.50	2.04	2.01	2.45	2.25	2.35
MnO	0.08	0.19	0.17	0.25	0.19	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
MgO	34.28	34.56	34.73	32.48	34.36	16.34	16.01	16.15	15.74	16.50
NiO	0.05	0.00	0.04	0.00	0.04	0.12	0.15	0.00	0.00	0.00
CaO	1.06	0.96	0.98	0.55	0.75	23.89	24.45	24.07	23.93	24.32
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.31	0.00	0.29	0.03	0.17	0.00	0.31	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00
Сумма	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.88	99.83	99.89	99.64

Компо- нент	п- 03/33.5	п- 03/33.6	п- 03/33.7	п- 03/39.8	п- 03/39.5	п- 03/47.1	п- 03/34.1	п- 03/34.1	п- 03/34.2	п- 03/34.3
	41	42	43	44	45	46	48	48	49	50
SiO <sub>2</sub>	53.00	53.91	52.13	51.27	51.83	51.91	53.68	53.68	51.89	52.15
TiO <sub>2</sub>	0.14	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.05	0.05	0.50	0.47
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.74	0.24	1.23	1.07	0.92	1.25	0.44	0.44	0.27	0.17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.76	1.36	4.09	4.39	3.74	4.36	0.85	0.85	2.90	2.82
FeO*	2.55	1.91	2.09	2.24	2.14	2.19	3.89	3.89	5.70	5.94
MnO	0.00	0.00	0.00	0.08	0.06	0.00	0.04	0.04	0.11	0.24
MgO	19.03	17.82	16.39	16.16	16.75	16.28	16.49	16.49	15.94	15.65
NiO	0.20	0.11	0.00	0.32	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.11
CaO	21.23	24.53	24.00	23.94	24.25	23.82	24.36	24.36	22.09	22.16
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.31	0.07	0.00	0.11	0.11	0.51	0.31
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
Сумма	99.65	99.87	99.93	100.00	99.76	99.80	100.00	100.00	100.00	100.00

Компо- нент	п- 03/34.4	п- 03/34.5	п- 03/41.1	п- 03/41.2	п- 03/41.3	п- 03/41.4	п- 03/41.5
	51	52	53	54	55	56	57
SiO <sub>2</sub>	52.04	52.04	52.44	51.47	51.68	51.90	51.39
TiO <sub>2</sub>	0.27	0.45	0.44	0.54	0.55	0.46	0.46
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.22	0.18	0.20	0.16	0.17	0.21	0.26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.66	2.30	2.56	3.14	2.76	2.91	2.89
FeO*	6.00	5.69	5.35	5.69	6.32	5.63	5.60
MnO	0.10	0.13	0.20	0.04	0.09	0.09	0.09
MgO	15.75	15.64	15.98	15.65	15.96	15.94	15.40
NiO	0.15	0.01	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00
CaO	22.30	22.62	22.42	22.52	21.64	22.10	23.40
Na <sub>2</sub> O	0.55	0.25	0.39	0.43	0.82	0.51	0.38
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Сумма	100.02	99.31	99.99	99.91	100.00	100.00	100.00

Примечание. Ортопироксены (1-35) и клинопироксены (36-48) в ультрабазитах; клинопироксены (49-57) в габбро

**Таблица 4.** Представительные химические составы ультраафитов массива горы Попутной (1-11) и базальтов из блоков в серпентинитовом меланже (12-15).

Компонент	П-03/20	П-03/27	П-03/28	П-03/33	П-03/39	П-03/47	П-03/18	П-03/22	П-03/24	П-03/32	П-03/31	П-03/43	П-03/49	П-03/54	П-03/58
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO <sub>2</sub>	42.96	43.56	43.24	39.30	41.38	38.28	40.10	42.39	43.41	43.42	41.52	40.47	52.41	50.54	51.14
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	1.56	1.01	1.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.30	1.61	1.46	1.14	1.37	1.17	0.53	0.89	1.34	0.81	0.50	0.46	17.46	19.75	15.32
FeO*	9.60	9.67	9.47	8.82	9.44	8.10	8.04	9.58	9.70	8.76	7.51	8.31	10.90	10.14	12.64
MnO	0.16	0.16	0.16	0.15	0.14	0.15	0.14	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.16	0.18	0.20
MgO	43.12	43.31	43.54	40.77	42.41	39.41	45.34	43.57	43.85	44.79	43.46	43.02	4.06	3.70	5.28
CaO	1.56	1.58	0.12	1.26	1.56	0.48	1.03	1.34	0.42	1.56	1.42	0.12	3.30	4.57	6.38
Na <sub>2</sub> O	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.28	0.00	0.00	0.00	0.15	5.87	4.93	5.11
K <sub>2</sub> O	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.25	1.48	0.48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.04	0.04	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.01	0.03	0.21	0.19	0.25
Ппп	1.21	0.00	0.63	8.33	3.68	11.99	5.38	1.80	0.00	1.21	6.40	6.80	3.92	3.55	2.11
Сумма	100.02	100.00	100.01	99.94	100.04	100.19	100.09	100.01	100.00	100.00	100.00	99.99	100.10	100.04	99.99
Sc	12.49	-	-	-	-	-	-	13.23	-	11.34	18.96	17.45	20.02	19.60	19.97
Ti	116.42	-	-	-	-	-	-	82.82	-	71.96	55.17	6.87	9457.03	5576.45	6092.15
V	45.49	-	-	-	-	-	-	42.42	-	31.17	22.81	26.15	325.17	109.09	450.24
Cr	3438.19	-	-	-	-	-	-	2966.40	-	3343.25	4113.62	2686.93	240.18	326.18	16.63
Mn	879.71	-	-	-	-	-	-	886.36	-	866.72	732.40	793.54	797.68	1220.96	1551.13
Co	107.77	-	-	-	-	-	-	106.29	-	107.38	102.32	102.92	41.97	57.11	32.18
Ni	2634.58	-	-	-	-	-	-	2653.57	-	2733.11	1881.11	1835.12	114.95	162.85	18.06
Cu	11.61	-	-	-	-	-	-	9.04	-	14.83	2.69	1.48	53.41	8.47	27.23
Zn	36.20	-	-	-	-	-	-	34.15	-	33.06	29.13	26.85	104.35	144.30	90.16
Ga	1.20	-	-	-	-	-	-	0.82	-	0.69	0.76	0.60	13.32	12.47	17.32
Rb	0.09	-	-	-	-	-	-	0.11	-	0.10	0.15	0.07	3.72	5.59	1.75
Sr	0.21	-	-	-	-	-	-	0.41	-	0.22	0.13	0.16	215.75	434.51	501.91
Y	0.57	-	-	-	-	-	-	0.23	-	0.18	0.08	0.08	28.09	11.10	17.02
Zr	0.14	-	-	-	-	-	-	0.19	-	0.13	0.91	0.08	96.42	66.74	52.80
Nb	0.32	-	-	-	-	-	-	0.25	-	0.26	0.10	<0.02	2.16	1.05	1.71

Таблица 4. Продолжение.

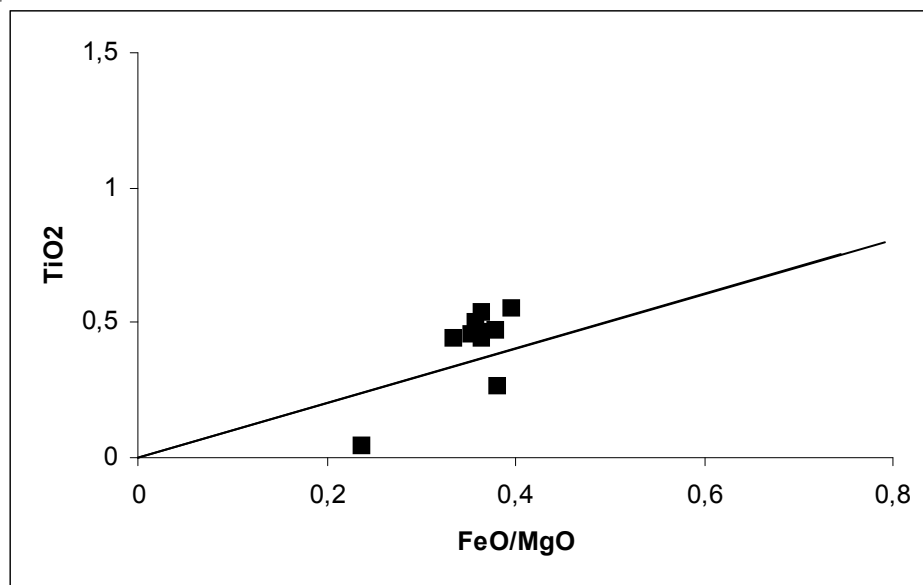
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mo	1.07	-	-	-	-	-	-	0.52	-	0.39	0.59	<0.02	0.34	0.27	0.42
Cs	0.00	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	<0.02	<0.02	0.28	0.62	0.05
Ba	0.44	-	-	-	-	-	-	1.32	-	0.30	0.86	0.18	27.07	215.24	201.39
La	0.11	-	-	-	-	-	-	0.10	-	0.04	0.13	0.00	1.92	1.12	4.20
Ce	0.04	-	-	-	-	-	-	0.10	-	0.04	0.04	0.08	8.10	2.71	12.28
Pr	0.00	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.00	<0.005	0.01	1.32	0.60	1.78
Nd	0.02	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.02	0.01	0.01	7.60	3.59	8.98
Sm	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.00	<0.005	<0.005	3.05	1.34	2.63
Eu	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00	<0.005	<0.005	1.19	0.53	0.88
Gd	0.02	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0.01	<0.005	4.26	1.89	3.02
Tb	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00	<0.005	<0.005	0.83	0.38	0.52
Dy	0.06	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.02	0.01	0.01	5.68	2.79	3.29
Ho	0.02	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	<0.005	<0.005	1.26	0.68	0.70
Er	0.06	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.02	0.01	0.01	3.61	2.01	2.05
Tm	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00	<0.005	<0.005	0.55	0.30	0.31
Yb	0.09	-	-	-	-	-	-	0.04	-	0.04	0.02	0.02	3.47	1.89	1.93
Lu	0.02	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	<0.005	<0.005	0.52	0.29	0.29
Hf	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0.02	<0.005	2.71	1.77	1.57
Ta	0.11	-	-	-	-	-	-	0.09	-	0.09	<0.005	<0.005	0.17	0.09	0.12
W	0.42	-	-	-	-	-	-	0.37	-	0.34	0.00	0.00	0.05	0.12	0.09
Tl	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0.00	0.00	0.03	0.30	0.03
Pb	0.08	-	-	-	-	-	-	0.09	-	0.10	2.16	2.18	0.56	0.81	1.62
Bi	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03
Th	0.06	-	-	-	-	-	-	0.07	-	0.07	<0.005	<0.005	0.11	0.02	0.25
U	0.00	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00	<0.005	<0.005	0.21	0.18	0.10
Zr/Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.43	6.01	3.10
Zr/Nb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.64	63.74	30.87
La/Nb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.89	1.07	2.46
La/Sm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	0.84	1.60

первом случае они представлены гарцбургитами первой группы, при этом по хромистости шпинелей (рис. 2), хромистости и глиноземистости пироксенов они сходны с перидотитами Кроноцкого полуострова, которые изучены нами ранее (Сколотнев и др., 2003). Во втором случае они представлены гарцбургитами второй группы и дунитами, которые близки по тем же самым параметрам к перидотитам массива горы Солдатской полуострова Камчатский Мыс (Сколотнев и др., 2001) (рис. 2). Породы этих двух различных групп переслаиваются в разрезе, и, более того, по минералогическим характеристикам между ними есть промежуточная третья группа.

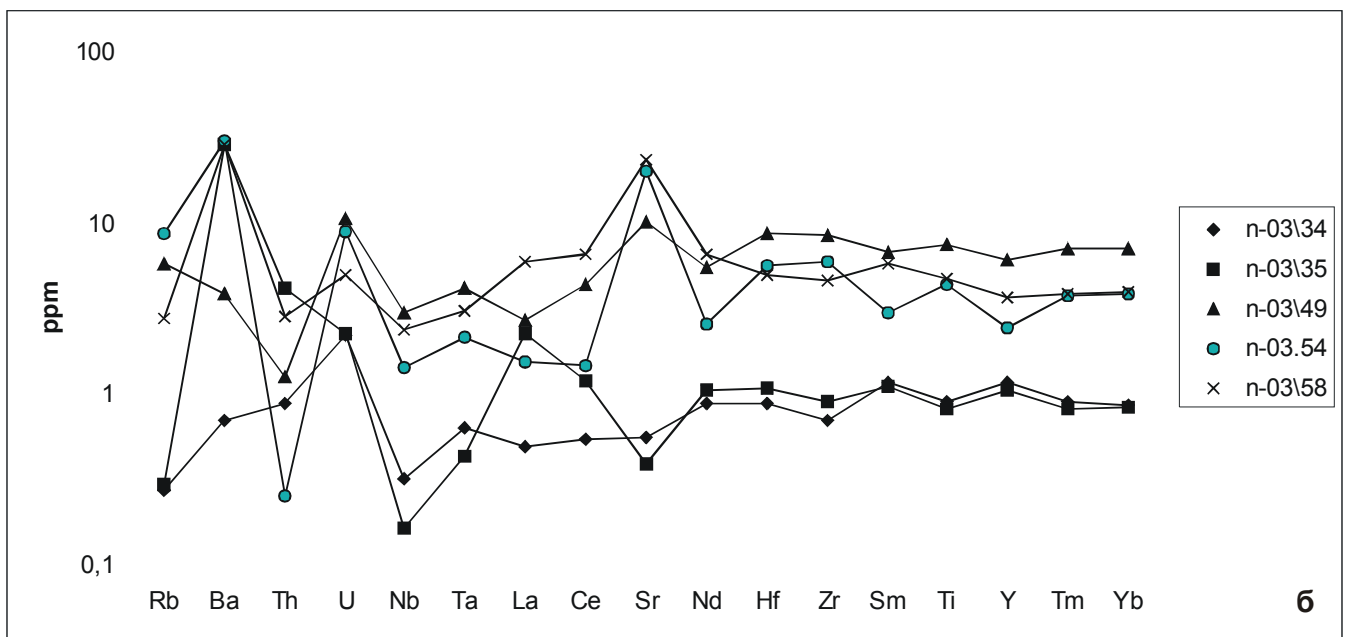
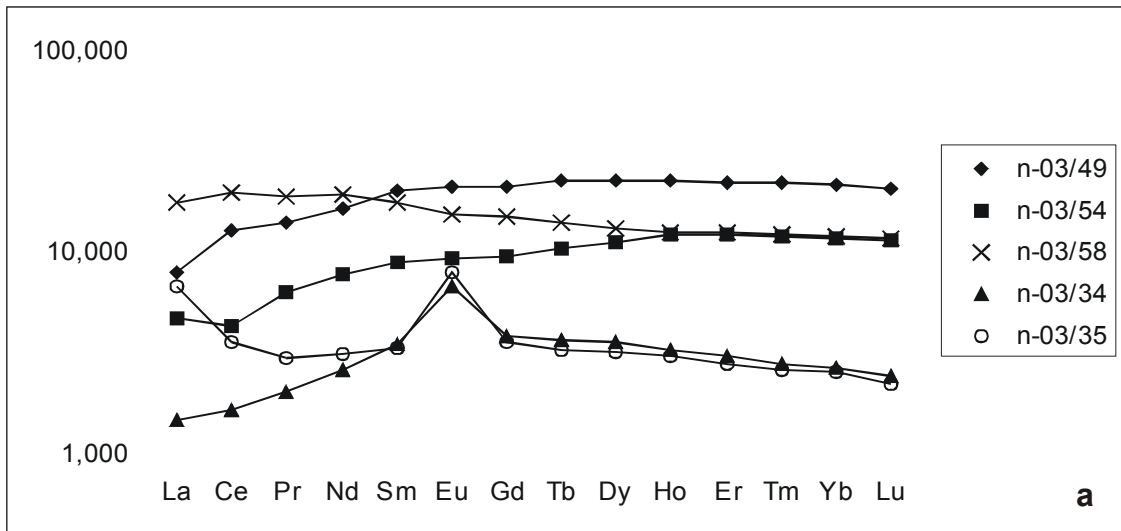
Спектры распределения РЗЭ имеют «ложкообразную» форму, характерную для перидотитов, сформировавшихся в надсубдукционных условиях (Кау, Senechal, 1976; Базылев и др., 1993; Соболев и др., 1993; Bloomer et al., 1995). Хотя по минералогическим характеристикам эти группы различаются, первая и третья - близки к абиссальным перидотитам, а вторая к супрасубдукционным перидотитам, их спектры РЗЭ располагаются заметно ниже, чем спектры распределения в океанических абиссальных перидотитах (рис. 3), и отличаются от них по форме кривой распределения РЗЭ (табл. 4). Имеются некоторые различия в характере спектров для разных групп. Концентрации

легких земель у них практически совпадают, но концентрации средних и тяжелых земель в породах второй и третьей группы заметно ниже, при этом концентрации тяжелых земель во второй группе заметно ниже, чем в третьей, и часто находятся за гранью чувствительности прибора (рис. 3). По распределению редкоземельных элементов изученные перидотиты массива горы Попутной сходны с перидотитами Кроноцкого полуострова (Сколотнев и др., 2003).

Изученные габброиды слагают крупные блоки в серпентинитовом меланже в левом борту верховьев ручьев 2-ой Глубокий и Дальний (рис. 1). Блоки и глыбы закатаны в серпентиниты, где на контакте с ними наблюдается брекчирование и родингитизация пород. Они представлены лейкократовыми среднезернистыми габбро. В габбро весь плагиоклаз замещен вторичными минералами: хлоритом и гибшитом, клинопироксен сохранился свежим. По составу клинопироксенов габбро (табл. 3) из района ручьев 2-ой Глубокий и Дальний сходны между собой и характеризуются средними содержаниями титана ( $TiO_2$  - 0.27-0.55%) и повышенной глиноземистостью ( $Al_2O_3$  - 2.29-3.14%). По соотношению  $Ti$  и  $Fe/Mg$  клинопироксены попадают преимущественно в поле габброидов срединно-океанических хребтов (рис. 4). Спектры РЗЭ и спайдер-диаграммы габбро из района руч. 2-ой Глубокий показы-



**Рис. 4.** Зависимость содержания  $TiO_2$  -  $FeO/MgO$  в клинопироксенах габброидов из блоков в меланже горы Попутной. Линия согласно (Злобин, Закариадзе, 1985) разделяет поля клинопироксенов из срединно-океанических (вверху) и островодужных (внизу) габброидных плутонов.



**Рис. 5.** Редкоземельные (а) и мультиэлементные (б) спектры в габброидах и базальтах из серпентинитового меланжа горы Попутной, нормированные к составам хондрита (Evensen et al., 1978) и примитивной мантии (Sun, McDonough, 1989) соответственно.

вают, что они кристаллизовались из толеитовых расплавов N-типа MORB (рис. 5). Наблюдается отчетливо выраженная положительная Eu аномалия, что характерно для основных кумулятов (рис. 5). Аномальным поведением в области легких земель выделяется спектр РЗЭ габбро п-03/35, кривая спектра незаконмерно резко поднимается вверх. По-видимому, это связано с вторичными изменениями этого образца.

Среди блоков в меланже присутствуют разнообразные базальты, пикриты, андезиты, представляющие собой фрагменты попутновской толщи. В то же время встречены афировые

сильно измененные базальты, характеризующиеся высокими содержаниями титана и низкими содержаниями калия.

Изученные нами базальты отобраны из крупных блоков в меланже на водораздельном хребте Валагинского хребта восточнее горы Попутной (табл. 4). Это сильно тектонизированные, расланцованные блоки пород в серпентинитовом меланже. Крупные блоки на водоразделе ручьев 2-ой Глубокий, Ипуин и Светлый (рис. 1) сложены афировыми сильно брекчированными базальтами (п-03/49, п-03/54, п-03\58), местами видна шаровая отдельность, но, поскольку базальты сильно тектони-

зированы, невозможно однозначно отнести данные породы к пиллоу базальтам. Они ассоциируются с бурыми кремнистыми породами, содержащими остатки скелетов радиолярий (*Neosciodiocanthocapsa* cf. *Diabloensis* Pessagno, *Duptyomitra densicostata* Pessagno, *Porodiscus volgensis* Lipman) турон-кампанского возраста (определения В.С. Вишневской). Ранее из глыб из серпентинитового меланжа, сложенных кремнистыми породами (Разницин и др., 1984; Цуканов, 1991), был определен комплекс радиолярий сантон-раннекампанского возраста.

Образцы п-03/49, п-03/54 имеют зародышево-вариолитовую структуру основной массы, в которой распределены отдельные лейсты плагиоклаза, при этом центральная часть вариолитов сложена кристаллитами плагиоклаза. Образец п-03\58 характеризуется толеитовой структурой основной массы, в которой наблюдаются гломеропорфировые сростки плагиоклаза и клинопироксена и отдельные лейсты ортопироксена, его отличительной особенностью также является широкое распространение мелких выделений рудного минерала. Во всех изученных базальтах редкие мелкие миндалины и прожилки сложены хлоритом и кварцем, плагиоклазы в значительной степени замещены альбитом, а в образце п-03\54 они также и серицитизированы.

Изученные базальты по петрохимическим данным относятся к умеренно титанистым ( $\text{TiO}_2$  1.01 - 1.56%) плагиотолейтам ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  17.46 - 19.75), что сближает их с океаническими толейтами (табл. 4, рис. 5). В тоже время в силу вторичных изменений по ряду параметров они отличаются от типичных MORB. Так, в силу широко развитой альбитизации, наблюдается очень высокое содержание натрия и очень низкие содержания кальция. Содержания калия заметно варьируют. В образце п-03\49  $\text{K}_2\text{O}$  они минимальны и составляют 0.21%, что сближает его с толейтами N типа MORB, в образце п-03\54 они достигают максимальной величины 1.26%, однако, по-видимому, это обусловлено распространением в этом образце серицита. Содержание  $\text{K}_2\text{O}$  в образце п-03\58 на уровне 0.48% соответствует таковому в толейтах T типа MORB.

Характер распределения редкоземельных элементов и спайдер-диаграммы изученных базальтов подтверждают выводы, сделанные на основании анализа петрохимических данных. Образцы п-03\49, п-03/54 имеют спектры PЗЭ, типичные для толейтов N-MORB ( $\text{La/Sm} = 0.63$

0,83), а образец п-03\58 характеризуется спектром, схожим с таковыми для толейтов T типа MORB (рис. 5).

Проведенное изучение вещественного состава и анализ геологического положения тектонически расчлененных фрагментов офиолитовых комплексов северной части Валагинского хребта показывает, что можно выделить несколько офиолитовых комплексов, имеющих различную геодинамическую природу.

Габброиды и афировые базальты из серпентинитового меланжа, имеющие океаническое происхождение, вероятно, могут являться фрагментами разреза, формировавшегося в срединно-океанических хребтах. В серпентинитовом меланже наряду с блоками базальтов и габбро, достаточно широко распространены блоки, сложенные тонкослоистыми кремнистыми породами бурого цвета, содержащими микрофауну радиолярий сантон раннекампанского возраста. Эти кремнистые породы не известны в разрезах вулканогенно-туфогенных отложений северной части Валагинского хребта и являются экзотическими для этого района. Возможно, они, наряду с габбро и базальтами, также являются фрагментами разреза океанической коры, и в таком случае эти породы можно объединить в единый офиолитовый комплекс сантон-раннекампанского возраста, являющегося фрагментом древней океанической коры, на которой закладывалась Ачайваам-Валагинская островная дуга. Фрагменты древней океанической коры, представленные кремнистыми породами, ассоциирующиеся с афировыми толейтовыми базальтами широко распространены в аккреционной структуре террейнов Восточных хребтов, слагая блоки и глыбы в серпентинитовых меланжах на о-ве Карагинском, п-ове Озерной, в северной части хр. Кумроч, в бухте Моховой, в районе г. Петропавловск-Камчатский. Возраст этих комплексов скользит вдоль палеодуги с севера на юг в современных координатах. На севере эти фрагменты представлены апт-альбскими и альб-сеноманскими образованиями, а на юге - кампанскими (Брагин и др., 1986; Цуканов, 1991; Савельев, Палечек, 2004). Эти офиолитовые комплексы были выведены на поверхность в результате тектонических деформаций при становлении аккреционной структуры района или при аккреции этой дуги к Камчатской окраине и, возможно, характеризуют возраст океанической коры, на которой закладывалась островодужная система.

## ВЫВОДЫ

Ультрамафиты горы Попутной, вероятно, формируют другой офиолитовый комплекс, сформировавшийся в надсубдукционных условиях. Полученные результаты по характеру распределения РЗЭ и составу минералов в перидотитах массива горы Попутной в северной части Валагинского хребта однозначно свидетельствуют о том, что они имеют реститовую природу и образовались в надсубдукционных условиях. Однако присутствие в разрезе одного массива нескольких групп перидотитов, резко различающихся по составу минералов, указывает на то, что условия частичного плавления, в ходе которого сформировались данные реститы, либо изменялись во времени, либо были резко контрастны в объеме данного массива.

Ранее, при изучении офиолитовых комплексов Восточных полуостровов Камчатки, нами было высказано предположение о различных геодинамических режимах, существовавших в Кроноцком и Камчатском сегментах Кроноцкой палеодуги (Сколотнев и др., 2001, 2003). В пределах Кроноцкого сегмента существовавший геодинамический режим привел к выплавлению плагиотолитовых базальтов, а на полуострове Камчатский Мыс бонинитов и островодужных толеитов. Учитывая близость петрохимических и геохимических характеристик перидотитов массива горы Попутной с ультрабазитами и Кроноцкого полуострова и полуострова Камчатский Мыс можно предположить, что ультрабазиты массива горы Попутной могут являться тектоническим отторженцем, сформировавшимся в основании Кроноцкой палеодуги, которые были вовлечены в аккреционную структуру района при субдукции. Но, учитывая пространственную связь ультрабазитов горы Попутной с вулканами дифференцированной пикрит-базальт-андезитовой серии, можно предположить, что изученные перидотиты являются продуктом выплавления первичных расплавов данной серии. В этом случае резко изменчивый состав минералов в перидотитах горы Попутной объясняется контрастностью условий выплавления, проявляющейся в очень мелком масштабе, что и привело к формированию вулканической серии, сочетающей в себе породы, контрастные по составу: базальты и пикриты. Имеющийся фактический материал не позволяет однозначно прийти к той или иной точки зрения.

В северной части Валагинского хребта в районе горы Попутной выделяются фрагменты двух офиолитовых комплексов, которые слагают блоки и глыбы в серпентинитовом меланже.

Один из них представлен толеитовыми базальтами и габброидами океанической природы, которые ассоциируют с сантон-нижнекампанскими кремнистыми образованиями и, вероятно, являются фрагментом древней океанической коры, на которой заложилась Ачай-ваям Валагинская островная дуга.

Другой офиолитовый комплекс представлен перидотитами и имеет надсубдукционную природу. По химическому составу минералов и геохимическим особенностям он близок к верхнемеловому офиолитовому комплексу основания Кроноцкой палеодуги.

Благодарности. Авторы выражают благодарность Б.И. Слядневу, Б.А. Марковскому и геологам геодинамической партии Камчатской геолого-съемочной экспедиции за помощь в организации полевых работ и В.С. Вишневской за определения возраста радиолярий из кремнистых пород.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 02-05-64060, 05-05-64158).

## Список литературы

Аккреционная тектоника Восточной Камчатки / Отв. ред. Пушаровский Ю.М. М.: Наука, 1993. 272 с.

*Базылев Б.А., Магакян Р., Силантьев С.А., и др.* Петрология гипербазитов комплекса Мамония, Юго-Западный Кипр // Петрология. 1993. Т. 1. № 4. С. 348-378.

*Брагин Н.Ю., Зинкевич В.П., Ляшенко О.В., и др.* Среднемеловые (апт-туронские) отложения в тектонической структуре Восточной Камчатки // Очерки по геологии Востока СССР. М.: Наука, 1986. С. 21-34.

*Злобин С.К., Закариадзе Г.С.* Геохимические черты островодужных плутонических комплексов и их аналогов // Геохимия. 1985. № 11. С. 1567-1577.

*Марковский Б.А., Ротман В.К.* Геология и петрология ультраосновного вулканизма. Л.: Недра, 1981. 245 с.

- Разницин Ю.Н., Цуканов Н.В., Ермаков С.А.* Серпентинитовый меланж и ультрабазиты северной части Валагинского хребта (Восточная Камчатка) // Докл. АН СССР. 1984. Т. 278. № 1. С. 180-184.
- Савельев Д.П., Палечек Т.Н.* Новые данные о возрасте кремнисто-вулканогенных отложений бухты Моховой // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2004. № 4. С. 59-63.
- Селиверстов В.А.* Офиолиты Восточной Камчатки // Петрологические исследования базитов островных дуг. М.: Наука, 1978. С. 177-239.
- Селиверстов В.А., Осипенко А.Б.* Петрология родингитов Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 1999. 153 с.
- Сколотнев С. Г., Крамер В., Цуканов Н. В., и др.* Новые данные о происхождении офиолитов полуострова Камчатский мыс (Восточная Камчатка) // Докл. Академии Наук. 2001. Т. 380. № 5. С. 652-655.
- Сколотнев С.Г., Крамер В., Цуканов Н.В., и др.* Новые данные о составе и происхождении офиолитов Кроноцкого полуострова (Восточная Камчатка) // Докл. Академии наук. 2003. Т. 389. № 3. С. 349-353.
- Соболев А.В., Портнягин М.В., Дмитриев Л.В., и др.* Петрология ультрамафических лав и ассоциирующих пород массива Троодос, о-в Кипр // Петрология. 1993. Т. 1. № 4. С. 379-412.
- Цуканов Н.В.* Тектоническое развитие приокеанической зоны Камчатки в позднем мезозое-раннем кайнозое. М.: Наука, 1991. 103 с.
- Bonatti E., Peyve A., Kepezhinskas P. et al.* Upper mantle heterogeneity below the Mid-Atlantic Ridge, 0°-15° N // J. Geophys. Res. 1992. V. 97. B4. P. 4461-4476.
- Bloomer, S.H., Taylor, B., MacLeo, et al.* Early arc volcanism and the ophiolite problem: a perspective from drilling in the Western Pacific (eds. Taylor, B., Natland) // J. Geophysical Monograph. 1995. V. 88. P. 1-30.
- Dick H., Bullen T.* Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and spine-type peridotites and spatially associated lavas // Contr. Mineral. Petrol. 1984. V. 81. № 5. P. 54-76.
- Evensen, N.M., Hamilton P.J., O Nions R.K.* Rare earth abundances in chondritic meteorites // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1978. V. 42. P. 1199-1212.
- Ishii T., Robinson P.T., Maekawa H., Fiske R.* Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Izu-Ogasawara-Mariana forearc // Leg 125. Proc. ODP. Sci. Res. 1992. V. 125. P. 445-486.
- Kay R. W., Senechal R. G.* The rare earth geochemistry of the Troodos ophiolite complex // J. Geophys. Res. 1976. V. 81. №. 5. P. 964-970.
- Kornprobst J., Ohnenstetter D., Ohnenstetter M.* Na and Cr contents in clinopyroxenes from peridotites: a possible discriminant between "sub-continental" and "sub-oceanic" mantle // Earth Planet. Sci. Lett. 1981. V. 53. P. 241-254.
- Sun S.S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes // Geol. Soc. Amer. Spec. Publ. 1989. V. 42. P. 313-345.

## OPHIOLITES OF VALAGIN RIDGE (EASTERN KAMCHATKA): NEW DATA ON THE COMPOSITION AND GEODYNAMIC ORIGIN

N.V. Tsukanov<sup>1</sup>, S.G. Skolotnev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, 117997*

<sup>2</sup>*Geological institute RAS, Moscow, 109017*

The chemical composition of minerals and ultramafic and mafic rocks from peridotite massiff of Poputnaya Mountain and from blocks in serpentinite massiffes in northern part of Valagin Ridge was studied. It was assigned to two ophiolite complexes. One of them is a fragment of ancient oceanic crust, which was a basement for Achayvayam-Valagin paleoarc. It is represented by tholeiite basalts, pelagic sedimentary deposits and gabbroids from massiff. The tholeiite basalts and gabbroids are similar to N-type MORB by petrogeochemical composition. Pelagic sediments are represented by red and brown chert which have santonian-campanian age by microfauna radiolaria. The second ophiolite complex is represented by highly depleted supra-subduction peridotite massiff of Poputnaya Mountain. According to the composition of mine minerals these peridotites are joined in four groups. Rocks from different groups are irregularly interbedded into massiff of Poputnaya Mountain. These groups are separated by composition of spinels and orthopyroxene. Some of them lie in the field of abyssal oceanic peridotites. The others - in the field of supra-subduction gabbro-gabbroites and dunites, some rocks have intermediate compositions.