

Д. П. САВЕЛЬЕВ

МЕЛОВЫЕ ВНУТРИПЛИТНЫЕ ВУЛКАНИТЫ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ: ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ОСТРОВОДУЖНЫЙ ВУЛКАНИЗМ

Описаны щелочные базальты, развитые в кремнисто-вулканогенных толщах п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка), по петрогеохимическим характеристикам эти породы отнесены к внутриплитным образованиям. Доказана закономерность проявления щелочного вулканизма, как следа Гавайской «горячей точки» в пределах Восточной Камчатки. Оценено влияние внутриплитной составляющей в мел-палеоценовом вулканизме Камчатки.

Одна из актуальных проблем современной геологии — развитие мантийных плюмов в геологическом прошлом. Поэтому находки в древних комплексах щелочных базальтов с внутриплитными характеристиками всегда интересны. П-ов Камчатский Мыс занимает ключевую тектоническую позицию, находясь в зоне сочленения структур Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг, а также на простирании крупнейшей структуры Тихооке-

анской плиты — Императорского хребта — и поднятия Обручева (рис. 1, врезка). Особый интерес вызывают образования офиолитового комплекса и отложения ранне-позднемилового возраста, так как они составляют фундамент мел-палеогеновой островной дуги. Состав и структура этих образований изучались многими исследователями [1, 5, 6, 10]. В [9] приведены детальные петрохимические характеристики вулканитов мелового возраста, развитых в районе. Автор пришел к заключению о тектоническом совмещении блоков, сформированных в различных геодинамических обстановках.

В 1993—1994 гг. площадь п-ова Камчатский Мыс была практически полностью покрыта съемкой масштаба 1:200 000. Результаты этих работ, в которых принимал участие автор, изложены в [2, 3]. Массовое и комплексное опробование отложений на радиоларии, фораминиферы и споро-пыльцевые комплексы позволило получить достоверные возрастные датировки толщ. Наблюдение геологических контактов, петрографическое и петрогеохимическое изучение пород позволяют описать последовательное развитие региона в меловое время.

Наиболее древние образования здесь — амфиболиты и кристаллические сланцы, формирующие блоки и глыбы в полимиктовом серпентинитовом меланже. Возраст этих образований предполагается раннемеловым по аналогии с метаморфическими породами Хавывенской возвышенности. Нижне-верхнемеловые отложения представлены африканской серией, состоящей из смагинской свиты альб-сеноманского возраста и пикежской свиты турон-кампанского возраста. Миоценовые отложения — туфоогенно-осадочная горбушинская толща, развитая незначи-

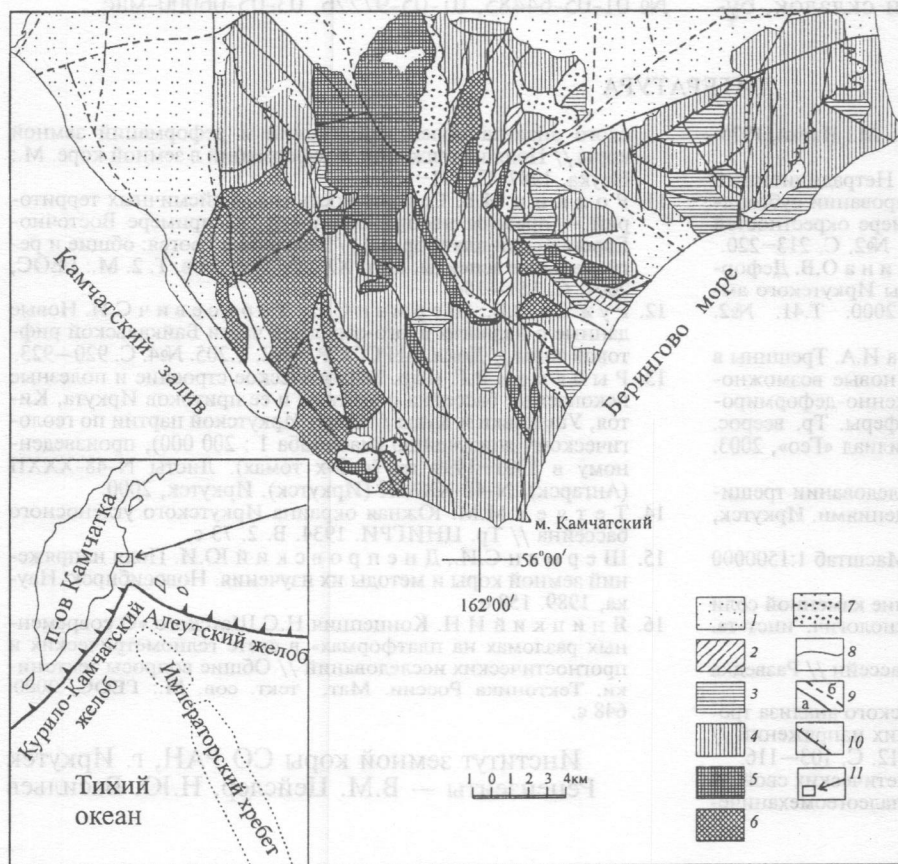


Рис. 1. Схема геологического строения южной части п-ова Камчатский Мыс (по [2]): 1 — плиоцен-четвертичные и современные отложения; 2 — миоценовые отложения горбушинской толщи; 3 — турон-кампанские отложения пикежской свиты; 4 — альб-сеноманские отложения смагинской свиты; 5, 6 — образования раннемелового африканского комплекса: 5 — гипербазиты, 6 — габброиды и комплекс параллельных даек долеритов; 7 — зоны серпентинитового меланжа с блоками метаморфических пород буйновской серии; 8 — геологические границы; 9 — разломы установленные (а) и скрытые под рыльми отложениями (б), недифференцированные; 10 — надвиги; 11 — район детальных исследований (врезка)

льно и имеющая тектонические контакты с отложениями африканской серии. Меловые и миоценовые породы несогласно перекрыты плиоцено-эоценовыми терригенными (ольховская свита) и четвертичными (различного генезиса) отложениями. Интрузивные образования выделены в африканский габбро-перидотитовый комплекс, включающий гипербазиты, тела сложного состава от габбро до гипербазитов, габбро и дайки долеритов—габбро-порфиритов, базальтов. Возраст африканского комплекса раннемеловой. Среди пород смагинской свиты незначительно развиты субластовые тела и дайки долеритов, трахидолеритов, выделенные в смагинские субвулканические образования. Их генетическая связь с эффузивами смагинской свиты доказывается общностью петрографического и петрохимического составов. Плиоценовые дайки выделены в конусный комплекс долеритов—диорит-порфиритов—вогезитов. В обрамлении массивов гипербазитов и габброидов, а также в отдельных чешуях, разделяющих тектонические пластины, развит серпентинитовый меланж (рис. 1). Северная часть п-ова Камчатский Мыс сложена мел-палеогеновыми островодужными образованиями столбовской серии.

Тектоническая структура южной части п-ова Камчатский Мыс представляет собой ансамбль чешуйчато-покровных форм, осложненный более поздними вертикальными разломами. Исследователи по-разному расчленывают эту структуру, выделяя в относительный автохтон габброиды Оленегорского массива [5, 6] или образования африканской серии, развитые на левобережье р. Перевальная 1-я [3].

Гипербазиты, габброиды и параллельные дайки африканского комплекса формируют офиолитовую ассоциацию. К ней также относятся базальты, слагающие тектоническую пластину, надвинутую на Оленегорский габброидный массив. Петрогеохимические характеристики свидетельствуют об образовании этих базальтов в обстановке срединно-океанических хребтов [9].

Остальная часть смагинской свиты (кроме тектонической пластины эффузивов мощностью 200 м) сложена туфосилицитами, пелитовыми, алевритовыми и псаммитовыми туфами, среди которых наблюдаются потоки вулкаников, яшмы и пачки кремнисто-карбонатного переслаивания. Эффузивные породы представлены базальтами, трахибазальтами, редко щелочными базальтами. Они наблюдаются в основном в виде маломощных (1—2 м) потоков. Принадлежность базальтов, трахибазальтов и щелочных базальтов к единой обстановке накопления определяется тесной ассоциацией всех этих пород с линзами красных яшм и пакетами кремнисто-карбонатного переслаивания. Несмотря на значительную тектоническую

переработку отложений, между ними установлены не осложненные тектоникой контакты. В низах смагинской свиты наблюдались гравелиты, сложенные в основном обломками габбро, аналогичными породам африканского комплекса. Альб-сеноманский возраст смагинской свиты определен по фораминиферам, радиоляриям и споро-пыльцевым комплексам. Смагинские вулканогенно-кремнистые отложения согласно перекрыты терригенными отложениями пикежской свиты турон-кампанского возраста.

Щелочные базальты в составе смагинской свиты составляют незначительный объем: 6—7% среди всех вулкаников свиты и смагинских субвулканических образований. Это — породы черного, вишнево-бурого цветов с массивной, брекчиевой или подушечной текстурами. Структуры пород трахидолеритовая, долеритовая, переходящие в интерсертальную, метельчатую, стекловатую к краям потоков. Участками наблюдаются пойкилитовая, симплектитовая структуры. Трахидолериты даек и силлов по составу идентичны центральным частям потоков щелочных базальтов. Породы сложены плагиоклазом, клинопироксеном, калиевым полевым шпатом; в меньших количествах наблюдаются амфибол, биотит, апатит, рудный минерал, разложенное стекло. Клинопироксен представлен высокотитанистым авгитом буровато-сиреневого цвета, который очень редко обрастает каймой эгерин-авгита. Из вторичных минералов развиты альбит, карбонат, лейкоксен, цеолит, анальцит, хлорит, эпидот.

Петрогеохимический состав эффузивных пород смагинской свиты подробно охарактеризован в [3, 7, 9]. По соотношениям Ti, Zr и Y породы соответствуют базальтам дна океана и внутриплитным базальтам, попадая на геодинамических диаграммах, по [11, 12], в соответствующие поля (рис. 2). Более детально изучены щелочные базальты, попавшие в поле внутриплитных образований. Распределение редких и редкоземельных элементов в этих породах подтверждает их образование в обстановке океанических островов (ОИВ) (рис. 3). Состав петрогенных окислов и РЗЭ в щелочных породах смагинской свиты приведен в таблице.

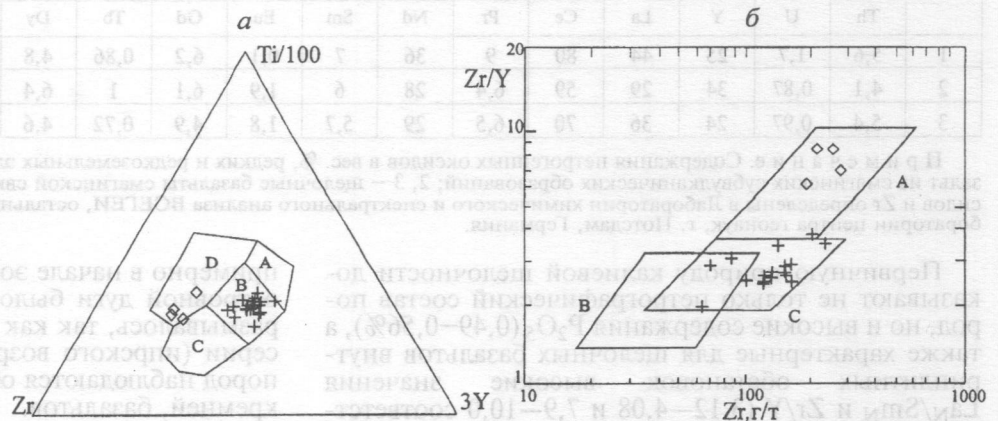


Рис. 2. Положение пород смагинской свиты на геодинамических диаграммах; а: Zr—3Y—Ti/100 (D — внутриплитные базальты, B — базальты дна океана и низкокальциевые толеиты островных дуг, A — низкокальциевые толеиты островных дуг, C — известково-щелочные базальты островных дуг, по [11]); б: Zr—Zr/Y (A — внутриплитные базальты, B — островодужные базальты, C — базальты COX, по [12]). Крестики — базальты, ромбы — щелочные базальты и трахидолериты смагинской свиты и смагинского комплекса

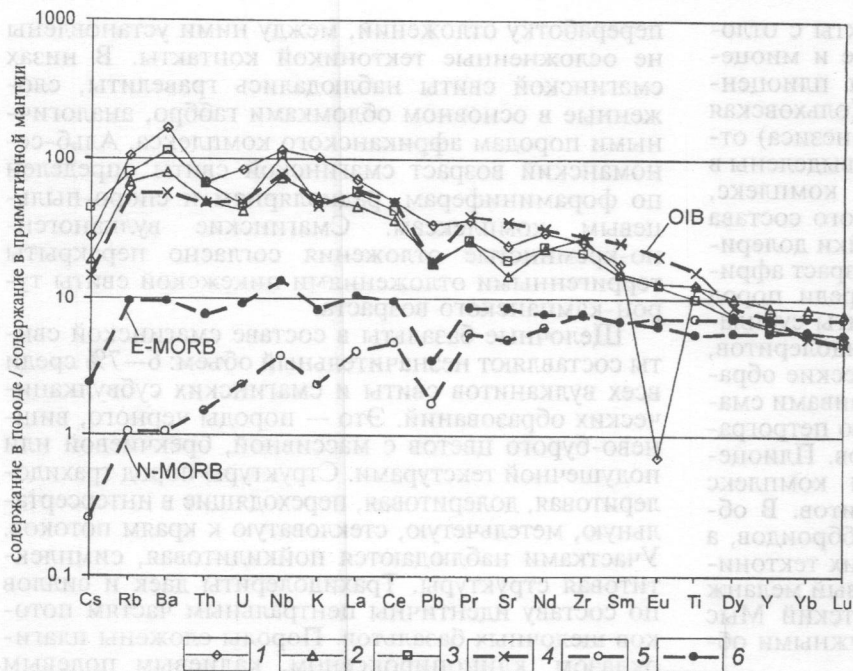


Рис. 3. Распределение редких и редкоземельных элементов в смагинских щелочных породах в сравнении с базальтами различных обстановок: 1–3 – смагинские щелочные породы (1 – 212-14, 2 – 6518-12, 3 – 6524-6, номера проб соответствуют номерам из таблицы); 4–6 – средние составы базальтов, по [14], (4 – базальты океанических островов (OIB), 5 – толеитовые базальты COX (N-MORB), 6 – базальты COX, обогащенные высокозарядными катионами (E-MORB); породы нормированы на состав примитивной мантии

Состав щелочных базальтов и трахидолерита из смагинской свиты

Номер пробы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ппп	Сумма	Zr	
1	212-14	48,80	2,30	16,40	4,50	4,70	0,15	6,40	6,60	3,00	3,20	0,53	3,3	99,88	250
2	6518-12	44,60	2,30	15,50	5,40	4,20	0,48	7,80	9,40	2,90	1,70	0,56	5,0	99,84	270
3	6524-6	45,30	1,80	17,40	7,50	2,40	0,21	7,60	5,70	4,40	1,50	0,54	5,7	100,05	210

	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	Ni	Cu	Zn	Cd	Sn	Sb	Pb	Bi	Nb	Ta
1	20	56	0,75	2,4	454	1018	16	71	166	151	0,09	1,7	0,37	6	0,07	73	4,3
2	29	37	0,52	1,8	271	486	23	90	68	102	0,06	2,1	0,24	3,3	0,01	46	2,6
3	87	43	1,2	1,5	345	696	22	233	79	125	0,11	1,6	0,37	3,1	0,01	66	4

	Th	U	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
1	5,6	1,7	25	44	80	9	36	7	0,1	6,2	0,86	4,8	0,94	2,6	0,36	2,4	0,35
2	4,1	0,87	34	29	59	6,4	28	6	1,9	6,1	1	6,4	1,2	3,6	0,51	3,5	0,5
3	5,4	0,97	24	36	70	6,5	29	5,7	1,8	4,9	0,72	4,6	0,88	2,3	0,36	2,3	0,31

Примечание. Содержания петрогенных оксидов в вес. %, редких и редкоземельных элементов в г/т. 1 – трахидолеритобазальт из смагинских субвулканических образований; 2, 3 – щелочные базальты смагинской свиты. Концентрации петрогенных оксидов и Zr определены в Лаборатории химического и спектрального анализа ВСЕГЕИ, остальные элементы – в Геохимической лаборатории центра геонаук, г. Потсдам, Германия.

Первичную природу калиевой щелочности доказывают не только петрографический состав пород, но и высокие содержания P₂O₅ (0,49–0,56%), а также характерные для щелочных базальтов внутриплитных обстановок высокие значения La_N/Sm_N и Zr/Y (3,12–4,08 и 7,9–10,0 соответственно). Петрогеохимические характеристики базальтов и трахизбазальтов основного объема вулканической смагинской свиты (кроме нижней пачки базальтов в обрамлении габброидного массива) позволяют отнести их к толеитовым базальтам океанических островов.

По соотношению эффузивных пород щелочной и толеитовой серий вулканической смагинской свиты можно сопоставить с породами Гавайско-Императорской вулканической цепи. В них толеитовые базальты также составляют 95–99%, породы щелочных серий – 1–5% [4].

На основании вышеизложенных данных можно построить следующую модель развития региона в меловое время. Ранний мел – образование океанической коры (гипербазиты, габбро, толеитовые базальты срединно-океанических хребтов). Альб–сеноман – на океанической коре, проходящей над горячей точкой, развивается внутриокеаническое поднятие (туфосилициты, туфы, кремнисто-карбонатные пакеты, эффузивы от толеитов до щелочных базальтов и связанные с ними субвулканические образования). Турон–кампан – внутриокеаническое поднятие, мигрируя вместе с океанической плитой, попадает в область терригенного осадконакопления (песчаники, алевролиты). Затем породы скучиваются, и с маастрихта на этом гетерогенном основании развивается островная дуга (вулканогенно-осадочные отложения столбовской серии). При этом

примерно в начале эоцена офиолитовое основание островной дуги было выведено на поверхность и размывалось, так как в одной из свит столбовской серии (ипрского возраста) в составе терригенных пород наблюдаются обломки серпентинитов, яшм, кремней, базальтов.

В палеогеодинамических реконструкциях северо-западной части Тихого океана в позднем мелу Гавайская «горячая точка» находилась на плите Кула [8]. При этом ее след погружается в зону субдукции вблизи (чуть севернее) от островодужного блока п-ова Камчатский Мыс. С этим вполне согласуются

приведенные автором построения. Следовательно, внутриокеаническое поднятие, породы которого слагают южную часть п-ова Камчатский Мыс, является продолжением Гавайско-Императорской вулканической цепи. Возрастные датировки фундамента Императорского поднятия и возраст развитых на п-ове Камчатский Мыс отложений не противоречат таким построениям (рис. 4). Возраст вулканитов наиболее северных гайотов Императорской цепи (Детройт и Мейджи) 81 и 85 млн. лет соответственно [13]. Возраст пород, вмещающих щелочные базальты на п-ове Камчатский Мыс, — альб-сеноманский (93—112 млн. лет).

Приведенные рассуждения согласуются также с данными, полученными при изучении мел-палеоценового островодужного вулканизма Восточной Камчатки [6]. Петрохимические и геохимические особенности вулканизма данного этапа — развитие высококальциевых щелочных и ультраосновных пород во фронте дуги, обогащение их элементами с крупными ионными радиусами (K, Rb, Cs, Sr) — могут быть объяснены влиянием следа мантийного плюма на субдуцируемой плите. При дегидратации океанической плиты в зоне субдукции газовой-жидкий флюид переносит также подвижные литофильные элементы — K, Rb, Cs, Sr, Ba, которыми обогащены щелочные базальты. Это привело к обогащению данными элементами тех фрагментов островной дуги, которые образовались над поглощенным следом мантийного плюма. В связи с этим изученные автором щелочные вулканиты с внутриплитными характеристиками дают возможность

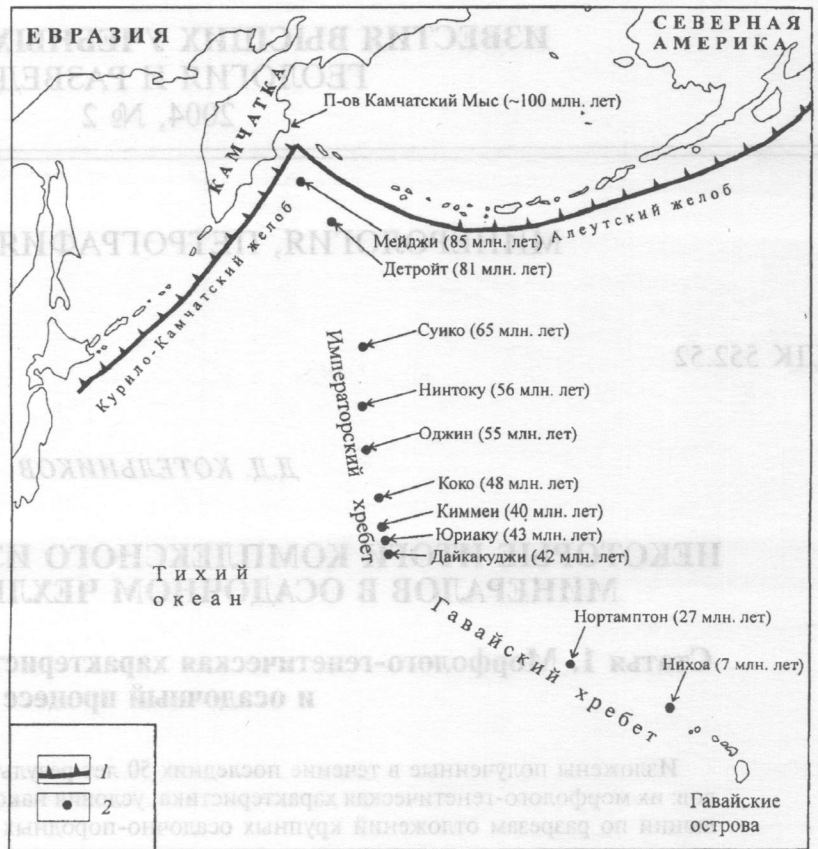


Рис. 4. Возраст вулканических пород Гавайско-Императорской цепи (следа Гавайской «горячей тоски»), по [12]: 1 — направление современных зон субдукции, 2 — гайоты Гавайско-Императорской подводной вулканической цепи, в скобках — возраст базальтов шитовой стадии

более достоверно представить геологическую эволюцию Восточной Камчатки и северо-западной окраины Тихого океана в меловое и палеогеновое время.

ЛИТЕРАТУРА

- Бахтеев М.К., Морозова А.М., Тихомирова С.Р. О строении и возрасте серпентинитового меланжа п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1993. № 3. С. 23—28.
- Бояринов А.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000, серия Восточно-Камчатская, листы О-58-XXVI, XXXI, XXXII. СПб, 1999.
- Бояринов А.М., Вешняков Н.А., Коркин А.Г., Савельев Д.П. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации масштаба 1 : 200 000, серия Восточно-Камчатская, листы О-58-XXVI, XXXI, XXXII. СПб, 1999. 267 с.
- Говоров И.Н., Голубева Э.Д., Пущин И.К. и др. Петрологические провинции Тихого океана. М.: Наука, 1996. 444 с.
- Зинкевич В.П., Казимиров А.Д., Пейве А.А., Чураков Г.М.. Новые данные о тектоническом строении полуострова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Докл. АН СССР. 1985. Т. 285. № 4. С. 954—958.
- Зинкевич В.П., Константиновская Е.А., Цуканов Н.В. и др. Аккреционная тектоника Восточной Камчатки. М.: Наука, 1993. 272 с.
- Савельев Д.П. Внутриплитные щелочные базальты в меловом аккреционном комплексе Камчатского полуострова (Восточная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2003. № 1. С. 14—20.
- Селиверстов Н.И. Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир, 1998. 164 с.
- Федорчук А.В., Пейве А.А., Гулько Н.И. и др. Петрохимические типы базальтов офиолитовой ассоциации п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Геохимия. 1989. № 12. С. 1710—1718.
- Федорчук А.В., Вишневская В.С., Извеков И.Н. и др. Новые данные о строении и возрасте кремнисто-вулканогенных пород п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1989. № 11. С. 27—33.
- Pears J.A., Cann J.R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis // Ibid. 1973. V. 19. N. 2. P. 290—300.
- Pears J.A., Norgy M.J. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks // Contribs Mineral. and Petrol. 1979. V. 69. N 1. P. 33—47.
- Regelous M., Hofmann A.W., Abouchami W., Galer S.J.G. Geochemistry of Lavas from the Emperor Seamounts and the Geochemical Evolution of Hawaiian Magmatism from 85 to 42 Ma // J. of Petrology. 2003. V. 44. N 1. P. 113—140.
- Sun S.-s., McDonough W.F. Chemical and systematics of the oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the Ocean Basin. Geol. Soc. Spec. Publication. 1989. N 42. P. 313—345.

ИВГиГ ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский
Рецензент — А.К. Корсаков