

УДК 556.5:550.47

Е. В. Дульченко

Некоторые геохимические особенности природно-территориальных комплексов в окрестностях с. Хайрюзово (Камчатский край)

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН»,
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация
e-mail: edulchenko@mail.ru

Аннотация. В процессе полевых работ, а также при анализе космо-аэрофотоснимков и карт были выделены 6 природно-территориальных комплексов (ПТК) в окрестностях с. Хайрюзово Камчатского края. Из наиболее крупных рек, взяты пробы воды на макрокомпонентный анализ. Дается микроэлементная характеристика грунтов и преобладающих типов растений.

Ключевые слова: микроэлементы, природно-территориальные комплексы (ПТК), геохимические особенности, макрокомпонентный анализ.

Введение

В процессе полевых работ, а также при анализе космо-аэрофотоснимков и карт были выделены 6 природно-территориальных комплексов (ПТК) в окрестностях с. Хайрюзово (Камчатский край) по проекту: «Природные ресурсы западного побережья Камчатки: изучение ресурсов и потенциала окружающей среды для развития местной экономики на территориях, традиционно населенных ительменами» (рис. 1).

Материалы и методы

В ходе пеших, конных, автомобильных, вездеходных, а также корабельных маршрутов, автором выполнено описание ПТК с попутными гидрогеохимическими, геохимическими и биогеохимическими опробованиями.

Опробование во всех выделенных ПТК проводилось по стандартным методикам [1]. В камеральный этап, отобранный материал после предварительной подготовки, которая сводится к сушке проб, их усреднению, измельчению, истиранию и озолению, поступил на полный спектральный анализ на 24 элемента и на атомно-адсорбционный анализ для определения содержания ртути (Hg). Лабораторный анализ проводился в Центральной лаборатории Камчатской поисково-съёмочной экспедиции, имеющей сертификат на проведение экологических исследований.

Результаты и обсуждение

Сочетание особенностей географического положения, рельефа, климата, геологического строения, гидрогеологического и гидрологического режимов сформировало весьма своеобразную совокупность природно-территориальных комплексов (ПТК) между реками Ковран и Сопочная Камчатского края:

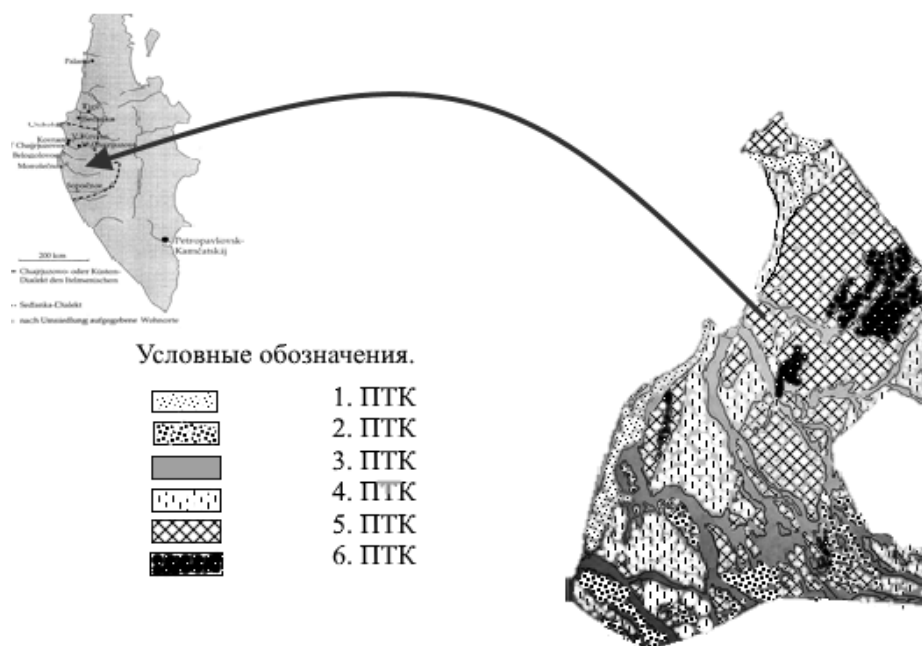


Рис. 1. Природно-территориальные комплексы в окрестностях с. Хайрюзово
Составлено автором

1. ПТК приморских равнин на современном морском и озерном аллювии. Приурочен к Западно-Камчатской низменности, вытянутой узкой полосой вдоль Охотского моря. Представлен ландшафтами торфяно-сфагновых болот, мокрых лугов и кочкарных тундр, сформированных на валунно-галечном и щебенистом материале с песчаным, супесчаным, реже суглинистым и глинистым заполнителями.

2. ПТК слабо всхолмленных поверхностей на среднечетвертичных флювиогляциальных и гляциальных отложениях. Сформированы преимущественно в южной и юго-восточной части изучаемой площади, на крупнообломочных грубоокатанных грунтах с преимущественно суглинистым и глинистым заполнителем, линзами и прослоями весьма пластичных глин, покрытых стланиковой растительностью, реже кустарниковой тундрой и крайне редко – каменноберезняками.

3. ПТК речных долин на древнем и современном аллювии. Этот комплекс имеет спорадическое распространение и приурочен к долинам основных водотоков. Представлен пойменными лесами из тополя, ивы, чозении, ольхи, с шеломайником в сочетании с сырыми высокотравными лугами и пойменными болотами.

4. ПТК плоских водоразделов на неогеновых осадочных и туфогенно-осадочных отложениях. Развита в центральной и северо-западной частях изучаемой площади, приурочена к пологим водоразделам основных водотоков, которые сформированы на смятых в складки осадочных породах. Преимущественно это переслаивание песчаников, аргиллитов, алевролитов с линзами и прослоями углей, кремнистых пород и конкреций. На этих структурах преобладают каменно, реже белоберезняки, с подлеском из ольхового и кедрового стланика, рябины, с высокотравной растительностью. На склонах развиты кочкарные тундры и торфяные болота.

5. ПТК низких гор и холмов на палеогеновых терригенно-осадочных отложениях. Комплекс наиболее хорошо представлен в Утхолокских горах, а также в западных предгорьях Срединного хребта на юго-востоке изучаемой площади. Сформирован на фрагментах складчатых структур, сложенных терригенно-осадочными, метаморфизированными породами, реже вулканогенно-осадочным и вулканогенным материалом и их элювиально-делювиальным чехлом. Как правило, это обособленно стоящие холмы или локальные низкогорные массивы, склоны которых в нижней части покрыты каменноберезниками, в верхней – стланиковой растительностью с преобладанием кедрового стланика. На вершинах встречаются гольцовые тундры.

6. ПТК хребтов и низких гор на меловых вулканогенных образованиях. На изучаемой территории этот комплекс имеет локальное распространение и приурочен к хребтам Медвежий и Пенсантайн, к массиву горы Белой в районе села Хайрюзово и к массиву на юго-востоке площади. Грунтовым субстратом для ПТК служат наиболее древние на изучаемой площади породы - базальты мелового возраста, а также их элювиальные и делювиальные образования. В нижней части склонов наиболее широко развиты каменно, а в районе г. Белой белоберезники с подлеском из ольхового стланика, рябины, жимолости, иногда кедрового стланика, а также стланиковая растительность, вдоль мелких водотоков - моховые болота. На гольцах и коренных обнажениях развиты накипные лишайники [2, 3].

Основным миграционным путем для микроэлементов в выделенных ПТК служат реки. Из наиболее крупных взяты пробы воды на макрокомпонентный анализ [4, 5] (табл. 1). Грунтовым субстратом для этих ландшафтных форм и рек является галечный, валунно-галечный материал с песчаным, супесчаным, реже - глинистым заполнителем. Гальки и валуны, как правило, хорошо окатаны и представлены осадочными, реже вулканогенными породами. Пески гравелистые и крупные. Материал хорошо отсортирован.

Таблица 1
Основные гидрохимические характеристики наиболее крупных рек изучаемой площади

Река	Сегмент реки	Ph	Солевой состав
Ковран	с. Ковран	7,0	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Ca}} \frac{37}{10} \frac{\text{Cl}}{\text{Mg}} \frac{17}{4} \frac{\text{SO}_4}{4}$
Хайрюзовая	устье	7,1	$\frac{\text{HCO}_3}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{59}{41} \frac{\text{SO}_4}{\text{Ca}} \frac{33}{39} \frac{\text{Mg}}{20}$
	среднее течение	6,3	$\frac{3\text{HCO}_3}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{64}{54} \frac{\text{SO}_4}{\text{Ca}} \frac{27}{32} \frac{\text{Mg}}{13}$
	исток	6,6	$\frac{\text{HCO}_3}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{88}{63} \frac{\text{Cl}}{\text{Ca}} \frac{11}{25} \frac{\text{Mg}}{12}$
Тихая	устье	6,3	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Mg}^+} \frac{86}{52} \frac{\text{Cl}}{\text{Ca}^+} \frac{11}{34} \frac{\text{NH}_4^+}{10,3}$
	среднее течение	6,2	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Ca}} \frac{89}{40} \frac{\text{Cl}}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{11}{33} \frac{\text{Mg}}{27}$
	исток	6,7	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Ca}} \frac{74}{56} \frac{\text{Cl}}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{12}{27} \frac{\text{Mg}}{16}$

Быстрая (Хайрюзвка)	устье	7,1	$\frac{\text{HCO}_3\text{59SO}_4\text{33}}{(\text{Na+K})_{41}\text{Ca}_{39}\text{Mg}_{20}}$
	среднее течение	6,32	$\frac{\text{HCO}_3\text{64SO}_4\text{27}}{(\text{Na+K})_{41}\text{Ca}_{32}\text{Mg}_{13}}$
Морошечная	-	6,2	$\frac{\text{HCO}_3\text{73Cl}_{21}}{(\text{Na+K})_{16}\text{Ca}_7\text{Mg}_8}$
Сопочная	-	6,6	$\frac{\text{HCO}_3\text{24,4Cl}_{7,1}}{\text{Ca}_{10}\text{Mg}_{8,9}(\text{Na+K})_{4,14}}$
Дождевая вода	-	6,4	$\frac{\text{HCO}_3\text{24,4Cl}_{14,2}}{\text{Ca}_{>10}(\text{Na+K})_{7,86}\text{Mg}_{5,6}}$

Составлено по [4, 5]

Микроэлементная характеристика грунтов и преобладающих видов растительности приводится в таблицах 2, 3. Таблицы содержат исходные данные для анализа накопления микроэлементов различными типами растений, наиболее характерных для выделенных ПТК.

Таблица 2

Среднее содержание микроэлементов в почво-грунтах для природно-территориальных комплексов в окрестностях с. Хайрюзово ($1 \times 10^{-4}\%$)

Микроэлементы	Распространение в почвах континентов [6]	Региональный фон вулканических почв Камчатки [7]		ПОЧВО-ГРУНТ					
		Северная провинция	Южная провинция	1	2	3	4	5	6
				ПТК n=13	ПТК n=10	ПТК n=7	ПТК n=11	ПТК n=10	ПТК n=10
Sc	8	9,98	5,31	15	20	15	18,5	12	17,5
Cu	23	58,86	40	33,3	30	33	32	37	30
Pb	20	6,27	10	30	30	25	27	27	30
Ti	3700	2953,8	3000	4330	7000	4250	4730	3670	4330
Mn	500	547,66	400	630	1500	675	3760	1500	630
Ga	20	12,32	10	20	30	-	18,7	18	20
V	90	92,37	61,4	90	150	75	130	90	90
Cr	60	43,39	17,7	40	70	53	40	37	40
Ge	-	-	-	-	3	3	-	-	-
Ni	20	18,14	6,6	20	30	14	14,2	17	20
Ba	500	396	200	500	700	425	414	400	500
Be	-	-	-	1	1,5	-	1	-	1
Mo	2	1,72	1,93	2	2	1,6	2	2,3	2
Sn	4	1,66	1,7	2	2	1,6	2	2,8	2
Y	25	7,80	10	15	10	15	17	20	15
Li	-	-	-	47	30	38	40	10	47
Zr	300	150,58	155,67	200	300	175	200	166	200
Ag	0,1	0,06	0,1	0,7	0,3	3,8	0,5	0,5	0,7
Yb	-	-	-	2	2	1,8	2	2	2

Некоторые геохимические особенности природно-территориальных комплексов в окрестностях с. Хайрюзово (Камчатский край)

Zn	60	37,31	21,2	80	100	60	116	117	80
Co	9	6,03	5,9	15	20	12	16	10	15
Sr	220	139,14	40	150	300	25	200	300	150
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Составлено автором с использованием источников [6, 7]

Таблица 3

Среднее содержание микроэлементов в типах растительности природно-территориальных комплексов в окрестностях с. Хайрюзово ($1 \times 10^{-4}\%$)

Микроэлемент	Содержание в золе растительности континентов [8]	ЖИМОЛОСТЬ (<i>Lonicera caerulea</i>) [9] (ветки с листьями)					КЕДРОВЫЙ СТЛАНИК (<i>Pinus pumila</i>) [9] (ветки с хвоей)						ШИШКИ (кедровый стланик) Все ПТК n=8	
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5		6
		ПТК n=10		ПТК n=10	ПТК n=10		ПТК n=10	ПТК n=10	ПТК n=10	ПТК n=5	ПТК n=13	ПТК n=10		ПТК n=10
Sc	-	-	10	8		-	-	10	10	12,5	10	-	9,4	
Cu	200	35	52	48		40	30	30	45	38	30	40	50	
Pb	50	40	32	40		30	40	20	45	40	40	40	130	
Ti	650	450	488	525		300	400	400	350	760	500	400	600	
Mn	4800	450	440	440		500	500	500	1000	960	500	1000	775	
Ga	1	-	0,6	-		-	-	-	-	0,85	-	-	0,38	
V	30	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,8	
Cr	35	-	-	-		-	-	-	-	3,1	10	-	9	
Ge	-	-	-	-		-	-	-	-	0,31	-	-	-	
Ni	40	30	23	24,5		15	15	10	40	30	30	30	2	
Ba	450	1100	520	566		500	300	500	500	625	300	300	375	
Be	2	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
Mo	12	1,25	1	1,1		1	1	1	1	1,3	1	1	1	
Sn	5	1	1	1		1	1	-	1	1	1	1	1	
Y	15	10	1	10		-	10	10	10	10	10	1	10	
Li	30	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
Zr	150	60	56	66		50	50	70	65	70	70	70	66	
Ag	0,6	0,05	0,1	0,1		0,1	0,15	0,1	0,25	0,1	0,1	0,1	0,16	
Yb	-	1	0,1	1		-	1	1	1	1,5	1	1	0,9	
Zn	1000	70	220	208		70	100	50	125	170	150	100	225	
Co	20	-	3	6,5		-	-	-	3,5	4,0	-	3	2,9	
Sr	800	550	920	600		700	100	1000	-	560	-	100	213	
Sb	0,1	12,5	20	125		-	-	-	175	115	300	100	-	

Составлено автором с использованием источников [8, 9]

Из литературных источников известны данные о распространении микроэлементов в почвах континентов, а также регионального фона Северной и Южной провинции вулканических почв Камчатки, всего три позиции. С наименьшим содержанием элемента и будем сравнивать. Так, для почво-грунтов отмечено превышение в содержания скандия (Sc) - от 2,26 в ПТК низких гор и холмов; до 3,77 в ПТК слабо всхолмленных поверхностей, содержания свинца (Pb) - от 3,98 в ПТК речных долин до 4,78 в 1, 2 и 6. ПТК, содержания титана (Ti) - от 1,27 в ПТК до 2,37 в ПТК, марганца (Mn) - от 1,58 в ПТК приморских равнин и ПТК хребтов и низких гор до 9,4 в ПТК плоских водоразделов; для ванадия (V) - от 1,22 в ПТК № 3 до 2,44 в ПТК № 2. Для галлия (Ga), хрома (Cr), никеля (Ni) и бария (Ba) превышения содержания наблюдаются соответственно от 3, 3,95, 4,55 и 3,5 в

ПТК № 2. Самое большое превышение наблюдается для серебра (Ag) - от 5 до 63,3 во всех ПТК. Для цинка (Zn) – от 1,33 до 5,52, кроме ПТК №3, для кобальта (Co) – от 1,69 до 3,39 по всем ПТК, для стронция (Sr) – от 1,36 до 7,5 во втором и пятом ПТК, а также для молибдена (Mo) – от 1,34 до 1,15 в ПТК № 5. Содержания меди (Cu), олова (Sn) и циркония (Zr) полностью ложатся между содержаниями регионального фона вулканических почв Камчатки и распространением микроэлементов в почвах континентов.

Опять же, из литературных источников известно о содержании элементов в золе растительности континентов [8]. Так, для жимолости (*Lonicera caerulea*) [9] превышение ванадия (Va), в порядке убывания, 2,44 в первом ПТК, 1,26 в четвертом ПТК, 1,16 в третьем ПТК и 1,11 в шестом ПТК; для стронция (Sr) – 1,25 в третьем ПТК, для сурьмы (Sb) – 1250 в четвертом ПТК, 200 в третьем ПТК, 125 в первом ПТК. Кедровый стланик (*Pinus pumila*) [9] демонстрирует превышение для титана (Ti) – 1,17 в четвертом ПТК, ванадия (Va), в порядке убывания, 1,39 в ПТК №4, 1,11 в ПТК №№ 2 и 3, стронция (Sr) – 1,25 в ПТК № 2 и сурьме (Sb) - 3000 в ПТК № 5, 1750 в ПТК № 3, 1150 и 1000 в ПТК № 6. Все остальные элементы не превышают содержание микроэлементов в золе растительности континентов.

Выводы

Данные таблицы 1 характеризуют различия химического состава основных рек рассматриваемой территории по разным элементам их протяженности. Кроме этого, данные иллюстрируют общий качественный вынос химических элементов с территории выделенных ПТК в бассейн Охотского моря.

По почво-грунтам больше всего превышений отмечено в ПТК № 2 (7 случаев), ПТК № 5 (5 случаев) и ПТК № 3 (3 случая). ПТК № 3 имеет промывной режим, так как он приурочен к долинам основных водотоков, для ПТК слабо всхолмленных поверхностей (№ 2) на среднечетвертичных флювиогляциальных и гляциальных отложениях, возможно, еще идет активное «выветривание». Превышения в ПТК №5 – низких гор и холмов на палеогеновых терригенно-осадочных отложениях – объяснить затруднительно.

Приведенные данные могут служить для характеристики различий микроэлементного состава по объединенным на основе сходных признаков рельефа, геологического возраста, выраженности формообразующих процессов, преобладающим типам растительности ПТК.

В результате работ впервые получены биогеохимические характеристики выделенных в ходе исследований природно-территориальных комплексов, между реками Ковран и Сопочная, а также данные о микроэлементном составе ряда ресурсов, традиционно используемых коренным, местным населением и дикими животными.

Во всех рассматриваемых в работе пробах содержание ртути (Hg) не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК).

Литература

1. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1: 1000 000 / ИМГРЭ. Москва, 1999. 104 с.

2. Геологическая карта СССР. Масштаб 1: 1000 000 (новая серия). Лист О-57 (58) – Палана. Объяснительная записка / Министерство геологии СССР, ВСЕГЕИ. Л., 1989. 105 с.
3. Дульченко Е. В., Кастен Э. Геохимические особенности природно-территориальных комплексов юга Тигильского района // Ресурсы традиционного природопользования народов Севера и Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчат, 1996. С. 25-27.
4. Геологическое строение и гидрогеологич. условия бассейнов рек Квачиной, Ковран и Тихой (отчет партии № 626 за 1957 г. По ю-з части листа О-57) / Калининкова Н. Е. Веревкин С. Д. / [Текст] 203 стр., 22 стр. текст. прил. (ВГФ; 5 ГУ; ТГФ). № 780. Ивн. № 1348 // Геологическая изученность СССР т. 23 РСФСР. Камчатская и Курильские острова Сахалинской обл. период 1918 – 1960. Вып. 11. Рукописные работы. 486 с. Москва: Недра, 1978. С. 128.
5. Отчет о ком. геол. и гидрогеолог. съемке м. 1:500 000, провед. Пар-ей № 601 в 1955-1956 гг. на З. побережье п-ва Камчатка Матер. к государст. геолог. и гидрогеолог. картам СССР м-ба 1: 500 000 Лист №-57-1, Y11 №-56-Y11, X11 / Составили: Соловьев Н.Е, Толстихин О.Н. Волков К.Г. / [Текст] 279 стр. 202 стр. текст. прил. (ВГФ; ТГФ; ВСЕГЕИ; 5ГУ). № 976. Ивн. № 1358 // Геологическая изученность СССР т. 23 РСФСР. Камчатская и Курильские острова Сахалинской обл. период 1918 – 1960. Вып. 11. Рукописные работы. 486 с. Москва: Недра, 1978. С 139, 140, 175.
6. Ярошевский А. А. Проблемы современной геохимии / А.А. Ярошевский. Новосибирск, 2004. 194 с.
7. Захарихина Л. В. Генетические и геохимические особенности почв Камчатки / Л. В. Захарихина, Ю. С. Литвиненко; Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН. М. : Наука, 2011. 245 с.
8. Добровольский В. В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1987. 272 с.
9. Якубов В. В. Растения Камчатки: Полевой атлас / В. Якубов. М.: Путь, Истина и Жизнь, 2007. 264 с.

E. V. Dulchenko

Some geochemical features of natural-territorial complexes in the surroundings of Khayryuzovo village (Kamchatka Region)

Kamchatka branch of the Institution of the Russian Academy of Sciences of the Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation
e-mail: edulchenko@mail.ru

Abstract. *In the process of field research, as well as in the analysis of satellite and aerial photographs and maps, 6 natural-territorial complexes were identified in the surroundings of Khayryuzovo village, Kamchatka Region. Water samples were taken from the largest rivers for macrocomponent analysis. Microelement characteristics of soils and prevailing types of plants are given.*

Keywords: *microelements, natural-territorial complexes, geochemical features, macrocomponent analysis.*

References

1. Trebovaniya k proizvodstvu i rezul'tatam mnogocelevogo geohimicheskogo kartirovaniya masshtaba 1: 1000 000 / IMGRE. Moskva, 1999. 104 s. (in Russian)
2. Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1: 1000 000 (novaya seriya). List O-57 (58) – Palana. Ob"yasnitel'naya zapiska / Ministertvo geologii SSSR, VSEGEI. L., 1989. 105 s. (in Russian)
3. Dul'chenko E. V. Geohimicheskie osobennosti prirodno-territorial'nyh kompleksov yuga Tigil'skogo rajona // Resursy tradicionnogo prirodopol'zovaniya narodov Severa i Dal'nego Vostoka. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamshat, 1996. S. 25-27. (in Russian)
4. Geologicheskoe stroenie i gidrogeologich. usloviya bassejnov rek Kvachinoj, Kovran i Tihoj (otchet partii № 626 za 1957 g. Po yu-z chasti lista O-57) / Kalinnikova N.E. Verevkin S.D. / [Tekst] 203 str., 22 str. tekst. pril. (VGF; 5 GU; TGF). № 780. Ivn. № 1348 // Geologicheskaya izuchennost' SSSR t. 23 RSFSR. Kamchatskaya i Kuril'skie ostrova Sahalinskoj obl. period 1918 – 1960. Vyp. 11. Rukopisnye raboty. 486 s. Moskva: Nedra, 1978. S. 128. (in Russian)
5. Otchet o kom. geol. i gidrogeolog. s"emke m. 1:500 000, proved. Par-ej № 601 v 1955-1956 gg. na Z. poberezh'e p-va Kamchatka Mater. k gosudarst. geolog. i gidrogeolog. kartam SSSR m-ba 1: 500 000 List №-57-1, Y11 №-56-Y11, X11 / Sostavili: Solov'ev N.E, Tolstihin O.N. Volkov K.G. / [Tekst] 279 str. 202 str. tekst. pril. (VGF; TGF; VSEGEI; 5GU). № 976. Ivn. № 1358 // Geologicheskaya izuchennost' SSSR t. 23 RSFSR. Kamchatskaya i Kuril'skie ostrova Sahalinskoj obl. period 1918 – 1960. Vyp. 11. Rukopisnye raboty. 486 s. Moskva: Nedra, 1978. S. 139, 140, 175. (in Russian)
6. Yaroshevskij A. A. Problemy sovremennoj geohimii / A.A. Yaroshevskij. Novosibirsk, 2004. 194 s. (in Russian)
7. Zaharihina L. V. Geneticheskie i geohimicheskie osobennosti pochv Kamchatki / L.V. Zaharihina, YU.S. Litvinenko; Nauchno-issledovatel'skij geotekhnologicheskij centr DVO RAN. M. : Nauka, 2011. 245 s. (in Russian)
8. Dobrovol'skij V. V. Geografiya mikroelementov. Global'noe rasseyanie / V.V. Dobrovol'skij. M.: Mysl', 1987. 272 s. (in Russian)
9. Yakubov V. V. Rasteniya Kamchatki: Polevoj atlas M.: Put', Istina i Zhizn', 2007. 264 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 08.11.2022 г.