

Таблица 1

Кларки химических элементов в верхней части континентальной земной коры, мг/кг

N	Эле- мент	А.П. Ви- ноградов [1962]	А.А. Беус и др. [1976]	D.M. Shaw et al. [1976]	S.R. Taylor, S.M. McLen- nan [1985]	K.H. Wede- pohl [1995]	S. Gao et al. [1998]	R.L. Rudnick, S. Gao [2003]	Z. Hu, S. Gao [2008]	Н.А. Гри- горьев [2009]
1	H	—	1000	—	—	—	—	—	—	1670
4	Be	3,8	2,5	1,3	3	3,1	1,95	2,1	1,9	2,3
5	B	12	10	9,2	15	17	28	17	47	34
6	C	230	300	—	—	3240	—	—	—	8100
7	N	19	26	—	—	83	—	83	—	106
9	F	660	720	500	—	611	561	557	—	510
11	Na	25 000	22 000	25 700	28 900	25 670	21 220	24 260	—	20 700
12	Mg	18 700	12 000	13 500	13 300	13 510	15 800	14 950	—	17 700
13	Al	80 500	80 000	77 400	80 400	77 440	74 990	81 500	—	76 100
15	P	930	800	655	—	665	698	655	—	690
16	S	470	400	600	—	953	309	62	—	1400
17	Cl	170	170	100	—	640	142	370	—	1500
19	K	25 000	27 000	25 700	28 000	28 650	22 250	23 240	—	22 300
20	Ca	29 600	25 000	29 500	30 000	29 450	24 600	25 660	—	38 900
22	Ti	4500	3300	3120	3000	3117	4010	3840	—	3900
23	V	90	76	53	60	53	98	97	106	121
24	Cr	83	34	35	35	35	80	92	73	92
25	Mn	1000	700	527	600	527	774	774	—	770
26	Fe	46 500	36 000	30 900	35 000	30 890	41 430	39 180	—	40 600
27	Co	18	7,3	12	10	11,6	17	17,3	15	17
28	Ni	58	26	19	20	18,6	38	47	34	50
29	Cu	47	22	14	25	14,3	32	28	27	39
30	Zn	83	51	52	71	52	70	67	75	75
32	Ge	1,4	1,3	—	1,6	1,4	1,34	1,4	1,3	1,3
33	As	1,7	1,9	—	1,5	2	4,4	4,8	5,7	5,6
35	Br	2,1	2,2	—	—	1,6	—	1,6	—	11
38	Sr	340	230	316	350	316	266	320	—	270
42	Mo	1,1	1,3	—	1,5	1,4	0,78	1,1	0,6	1,56
46	Pd	—	0,0001	—	0,0005	—	0,00146	0,00052	—	—
47	Ag	0,07	0,048	—	0,05	0,055	0,055	0,053	—	0,11
48	Cd	0,13	0,16	0,075	0,098	0,102	0,079	0,09	0,06	0,64
50	Sn	2,5	2,7	—	5,5	2,5	1,73	2,1	2,2	3,5
51	Sb	0,5	0,2	—	0,2	0,31	0,3	0,4	0,75	0,81
52	Te	0,001	0,001	—	—	—	—	—	0,027	—
53	I	0,4	0,5	—	—	1,4	—	1,4	—	0,49
55	Cs	3,7	3,8	—	3,7	5,8	3,55	4,9	4,9	5,5

Окончание табл. 1

<i>N</i>	Эле- мент	А.П. Ви- ноградов [1962]	А.А. Беус и др. [1976]	D.M. Shaw et al. [1976]	S.R. Taylor, S.M. McLennan [1985]	K.H. Wede- pohl [1995]	S. Gao et al. [1998]	R.L. Rudnick, S. Gao [2003]	Z. Hu, S. Gao [2008]	Н.А. Гри- горьев [2009]
56	Ba	650	680	1070	550	668	678	628	—	510
57	La	29	46	32,3	30	32,3	34,8	31	—	32
74	W	1,3	1,9	—	2	1,4	0,91	1,9	1,4	2,03
79	Au	0,0043	0,0012	0,00181	0,0018	—	0,00124	0,0015	—	0,00436
80	Hg	0,083	0,033	0,096	—	0,056	0,0123	0,05	—	0,065
81	Tl	1	1,8	0,524	0,75	0,75	1,55	0,9	0,55	—
82	Pb	16	16	17	20	17	18	17	—	17
83	Bi	0,009	0,01	0,035	0,127	0,123	0,23	0,16	0,23	0,29

Примечание. *N* — порядковый номер элемента в периодической таблице химических элементов Д.И. Менделеева. Полужирным выделены значения кларков, которые целесообразно использовать в качестве эталонов при эколого-геохимических исследованиях.

земной коры А.П. Виноградова [1962], за рубежом более популярны оценки К.Х. Ведеполя [Wedepohl, 1995], С.Р. Тэйлора и С.М. Макленнана [Taylor, McLennan, 1985] и др. И хотя считается, что корректировка предложенных А.П. Виноградовым кларков химических элементов не способна существенно повлиять на основополагающие выводы геохимии (проблема распределения минеральных природных ресурсов, в основном редких элементов; установление геохимического фона биосферы и выявление ее геохимической неоднородности и др.) [Ярошевский, 2006], использованию заниженных или завышенных значений кларков в экогеохимии не уделялось должного внимания [Касимов, Власов, 2012; Kasimov, Vlasov, 2014].

Так, при расчете кларков концентрации или рассеяния химических элементов с использованием низких (относительно данных других исследователей) кларков могут быть выявлены ложные геохимические аномалии элементов или сильно завышена их площадь. При высоких же значениях кларков элементов в верхней части земной коры относительно данных других авторов контрастность и площадь аномалий, наоборот, могут быть сильно занижены. В то же время химический состав земной коры пространственно неоднороден в связи с ее геодинамической и возрастной гетерогенностью, что создает проблему количественной оценки различий [Ярошевский, 2006].

В качестве примера приведем расчеты кларков концентраций (КК) и рассеяния (КР)⁴ химических элементов в городских придорожных почвах южной части Восточного административного округа Москвы (ВАО). В почвах газонов ведущий фактор почвообразования антропогенный. Они также подвержены сильному техногенному воздействию

транспорта. И хотя часто при разбивке придорожных газонов применяются торфо-компостные смеси, природные составляющие которых изымаются из фоновых ландшафтов, сравнение придорожных почв с зональными дерново-подзолистыми почвами не совсем корректно. Поэтому в качестве эталона мы использовали кларки верхней части континентальной земной коры (рис. 2).

В придорожных почвах ВАО при применении кларков по [Виноградов, 1962; Беус и др., 1976] выявляются очень контрастные аномалии Bi, в то время как при расчете КК по другим оценкам Bi накапливается слабо. Cd по [Григорьев, 2009] имеет околокларковые концентрации, а по [Виноградов, 1962; Беус и др., 1976; Taylor, McLennan, 1985; Wedepohl, 1995; Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008] характеризуется сильным накоплением (КК = 7,5–20). По данным работ [Gao et al., 1998; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008; Григорьев, 2009], As образует неконтрастные аномалии, в то время как по другим оценкам он накапливается интенсивнее. По кларкам отдельных авторов Mo, Cr, Ni, Co и V слабо накапливаются, а по другим рассеиваются. Большие разбросы значений КК и КР установлены для Sn, Sb, W.

Карты распределения КК Cd в поверхностном горизонте почв южной части ВАО показывают значительные различия в распространенности и контрастности геохимических аномалий этого металла (рис. 3). По данным работы [Григорьев, 2009], наименьшую площадь занимают аномалии Cd, а по данным [Hu, Gao, 2008], наиболее контрастные — с максимальным распространением их центров. При значении кларка Cd по данным работы [Виноградов, 1962] получается промежуточная оценка степени загрязнения территории (рис. 3, б). Этот

⁴ Кларки концентрации КК = С/К и рассеяния КР = К/С, где С — содержание элемента в почвах, мг/кг; К — кларк элемента в верхней части континентальной земной коры, мг/кг.