

• • , • • , • • , • • , • • ,

620151, . , ., 7

E-mail: kholodnov@igg.uran.ru

25 2005 .

: 1)
(1390-1330 .) 2) - - (660 .),

GRANITOID MAGMATISM IN THE JUNCTION ZONE BETWEEN THE URALS AND EASTERN EUROPEAN PLATFORM

**V.V. Kholodnov, G.B. Fershtater, N.S. Borodina, G.Yu. Shardakova,
S.V. Pribavkin, E.S. Shagalov, T.D. Bocharnikova**

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

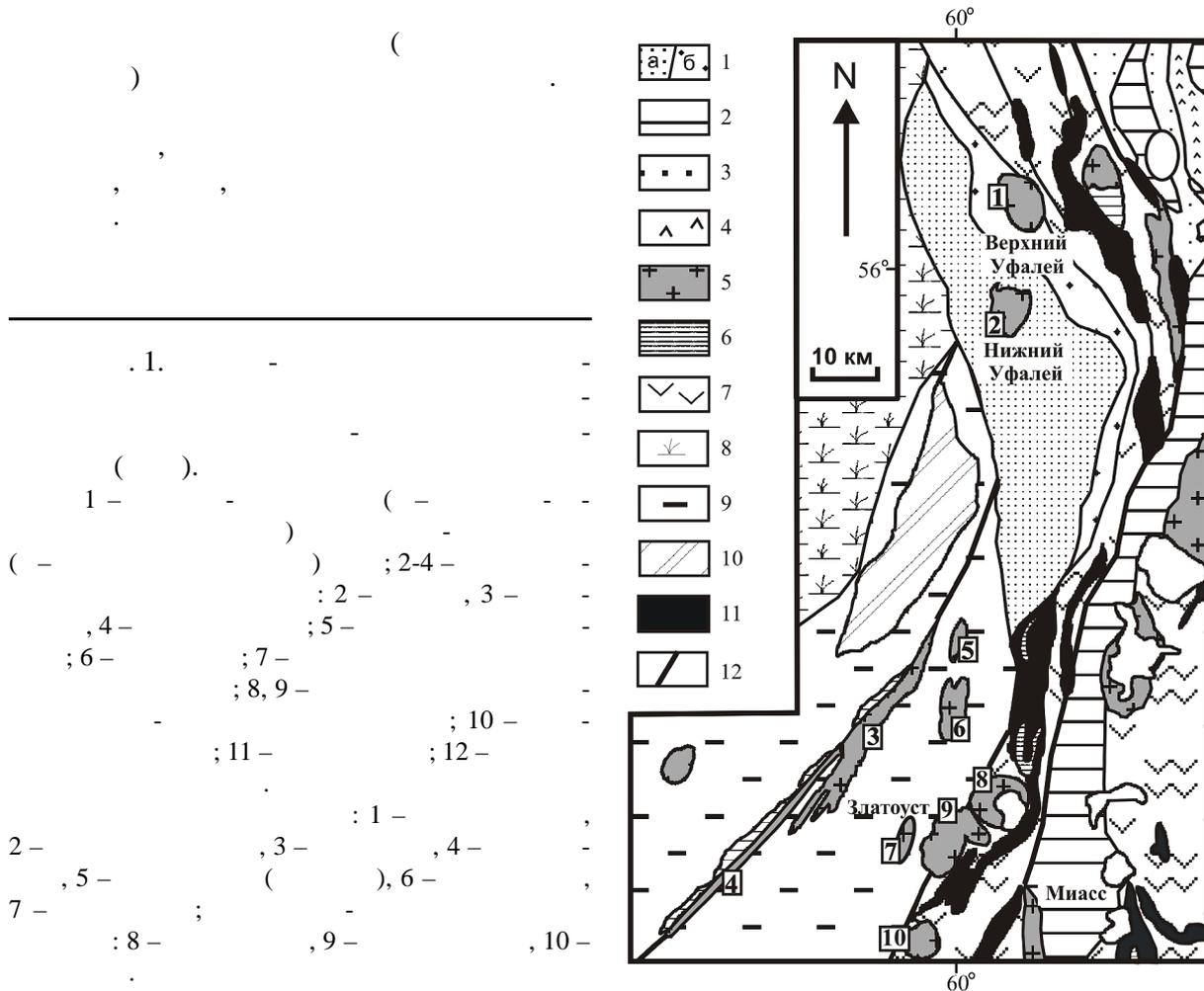
In the junction zone between the Ural orogen and Eastern European platform, some granite types of different age and genesis are distinguished; they characterize the geodynamic conditions of various structure elements of this zone.

Two groups of granitoids which differ in age, composition and geodynamics are observed in the northern part of the Bashkir anticlinorium: 1) riftogenic Middle-Riphean granites (1390-1330 Ma) situated in the roof of stratiform intrusions of the Kusa-Kopan Complex (Gubensk and Ryabinovsk massifs) and 2) early-orogenic Vendian (660 Ma) granitoids. Gubensk granitoids (adamellite-granite series) and Ryabinovsk granitoids (quartz diorite-granite series) have similar features of major and rare-element composition, typical for magmatites of continental rifts. They belong to different depth facies: the first ones just as associated gabbroids of Kusa massif belong to deep level (7-8 kbar), while second ones – to high level (1-2 kbar). The Vendian granitoids are presented by mainly dykes of quartz diorites, granodiorites and adamellites depleted in potassium.

The geochemical resemblance of Middle-Riphean granitoids and basaltoids of Kuvash riftogenic structure with orthogneisses and orthoamphibolites of the central part of the Ufaley metamorphic block as well as with some granitoids of Uraltau zone (Urminsk complex) was determined. The conditions of the rock metamorphism are also similar (9-12 kbar).

Key words: *rift, granites, gneiss, facies.*

(. 1).



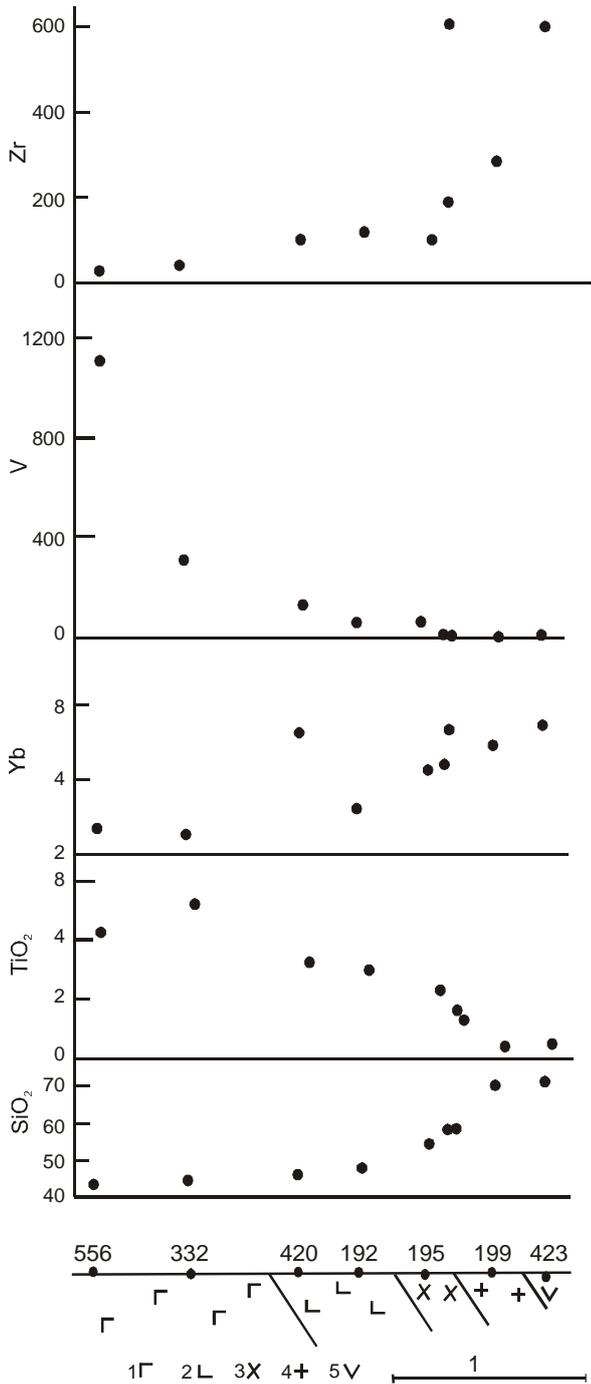
(400 ...) -) - (. 199, 42).

400 (. 423).

(. 420, 194, 193, 192, .2 . 1);

421), (. 195, 196, 197, 198, 300 , (3 .

(20-30).



(. 195) (. 2).

40 .%

0,5

- 31 % (. 3).

. 2.

: 1 - , 2 - , 3 - , 4 - , 5 - . 1.

(. %) (/)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Проба	556	332	420	192	195	417	550	163	9	423	324	326	199	325	
SiO ₂	40,70	44,70	46,03	47,71	54,39	57,50	64,40	66,08	67,49	69,54	71,38	72,44	73,06	74,28	75,51
TiO ₂	4,21	5,20	3,27	2,90	2,35	1,35	0,57	0,64	0,58	0,42	0,48	0,37	0,36	0,33	0,30
Al ₂ O ₃	9,95	12,93	9,61	12,93	11,35	11,74	11,89	12,19	11,37	12,77	13,58	12,40	13,34	11,66	11,67
Fe ₂ O ₃	13,74	5,54	11,84	10,51	6,60	7,04	5,94	5,20	3,32	2,05	4,32	3,87	2,51	3,68	3,45
FeO	11,00	9,37	9,40	7,28	8,30	7,28	4,85	4,10	5,55	3,80	1,20	0,62	0,24	0,71	0,35
MnO	0,20	0,18	0,30	0,36	0,28	0,37	0,23	0,20	0,25	0,05	0,13	0,08	0,07	0,06	0,06
MgO	6,04	5,65	3,48	1,70	2,89	1,85	0,62	0,71	0,92	1,37	1,23	0,55	0,34	0,85	0,28
CaO	10,13	11,26	8,70	6,90	5,47	1,98	2,49	2,36	1,55	0,29	0,21	1,36	0,87	0,40	0,28
Na ₂ O	1,50	2,35	3,10	3,69	3,30	6,40	4,40	4,40	4,46	2,70	2,50	2,43	2,45	2,77	3,44
K ₂ O	0,25	0,42	0,52	1,20	2,12	2,27	2,60	2,66	3,12	4,53	3,03	4,06	5,91	4,50	4,01
P ₂ O ₅	0,13	0,24	1,65	0,72	1,16	0,21	0,10	0,09	0,10	0,04	0,07	0,03	0,02	0,03	0,01
п.п.п.	2,30	1,81	2,95	3,50	1,65	1,50	1,10	0,96	1,05	1,22	1,20	1,47	1,09	0,41	0,34
Сумма	100,16	99,65	100,86	99,39	99,86	99,48	99,20	99,61	99,76	98,78	99,33	99,67	100,26	99,69	99,71
Rb	4,98	8,00	11,63	26,80	33,36	44,73	44,00	36,60	61,56	71,94	76,21	72,38	70,39	44,79	48,96
Sr	352,23	390,85	465,35	638,04	434,12	237,09	250,60	348,96	249,05	20,59	43,02	22,24	17,23	29,46	28,68
Ba	204,78	239,80	417,26	1235,2	1010,2	1333,0	2698,0	4248,0	1685,3	862,32	1205,3	1093,8	2387,8	2751,7	2096,1
Y	16,11	12,70	80,46	33,91	58,92	70,38	79,04	51,92	80,01	56,59	51,44	83,62	50,11	75,37	57,01
Nb	5,36	1,15	36,83	14,55	28,02	50,63	65,92	35,80	64,98	54,95	73,03	87,68	89,81	63,34	102,81
Zr	32,40	43,83	97,55	114,06	96,68	609,58	171,47	129,34	309,39	283,88	596,01	337,76	901,60	631,71	638,82
Th	0,28	0,34	2,05	1,37	4,10	7,19	7,39	2,68	8,40	8,42	12,25	9,91	8,19	9,61	12,70
La	7,92	7,04	68,29	24,76	59,82	69,18	77,83	51,15	79,00	56,87	63,93	75,62	41,07	140,51	54,63
Ce	17,65	16,65	153,65	56,60	129,75	151,77	165,48	110,46	243,13	118,94	175,41	167,44	53,19	155,82	204,14
Pr	2,51	2,13	21,23	7,72	16,71	18,49	22,71	15,20	20,83	14,39	16,43	16,27	10,98	24,22	13,28
Nd	11,30	11,57	94,61	35,80	71,65	75,74	87,50	66,67	83,91	57,30	61,80	83,21	48,87	115,99	50,99
Sm	2,96	2,91	20,42	8,18	15,08	16,05	17,48	13,77	17,53	13,09	10,39	16,17	9,35	19,86	8,99
Eu	1,18	1,03	6,63	4,81	5,32	5,42	7,25	7,64	5,48	3,37	1,71	3,29	2,47	3,94	2,15
Gd	3,08	2,79	19,17	7,32	13,25	15,21	16,19	11,92	15,40	11,67	7,91	11,87	8,77	15,70	8,71
Tb	0,52	0,44	2,90	1,07	1,88	2,28	2,42	1,88	2,46	1,78	1,28	2,42	1,31	2,47	1,53
Dy	3,14	2,31	15,98	5,89	10,80	12,26	14,28	10,35	13,69	10,58	7,97	14,82	7,94	15,38	10,05
Ho	0,63	0,56	3,11	1,16	2,14	2,63	3,07	2,10	2,92	2,16	1,78	3,60	1,86	3,26	2,22
Er	1,65	1,31	7,67	3,04	5,35	7,37	7,95	5,42	8,29	5,71	5,85	8,17	5,77	6,99	6,19
Tm	0,22	0,15	1,11	0,38	0,77	0,95	1,14	0,80	1,14	0,89	0,99	1,18	0,86	1,19	1,00
Yb	1,36	1,19	6,64	2,48	4,61	6,68	7,40	5,22	7,94	5,91	6,93	8,92	5,40	8,44	6,40
Lu	0,19	0,16	0,93	0,38	0,72	1,05	1,12	0,81	1,18	0,90	1,04	1,04	—	1,00	0,95

Примечание. 1-4 — габбро-граниты и амфиболиты габбро Капачского массива, 5-15 — плагит-гранитная серия Радбиловского массива. Петрогенные компл. (ICP-MS)

	1	2	3	4	5	6	8	9
	195	195	163	154	210	224	117	117
SiO ₂	36,47	36,64	37,44	36,81	37,42	36,84	36,33	35,95
TiO ₂	0,15	0,25	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08
Al ₂ O ₃	20,04	19,92	19,51	19,45	20,43	18,92	20,08	19,57
FeO	17,96	16,57	20,37	18,98	22,71	15,63	15,57	15,29
MnO	15,78	17,27	11,06	16,11	12,68	13,45	15,66	18,38
MgO	0,23	0,21	0,28	0,10	1,01	0,00	0,48	0,36
CaO	8,87	8,89	11,84	9,01	6,57	15,43	12,06	10,20
	99,48	99,74	100,5	100,45	100,82	100,27	100,20	99,83
Fe/(Fe+Mg)	0,98	0,98	0,98	0,99	0,93	1,00	0,95	0,96
Fe ²⁺	1,23	1,13	1,37	1,29	1,53	1,06	1,05	1,05
Mg	0,03	0,02	0,03	0,01	0,12	0,00	0,06	0,04
Mn	1,09	1,19	0,75	1,11	0,86	0,92	1,07	1,28
Ca	0,78	0,78	1,02	0,79	0,57	1,34	1,05	0,90
Al	1,93	1,91	1,85	1,87	1,94	1,81	1,92	1,89
Ti	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si	2,98	2,99	3,02	3,00	3,01	2,98	2,94	2,95

- Al [The nomenclature...,
- 1998].

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	195	206	177	145	224	117	210	205	227	229
SiO ₂	37,9	38,7	35,9	37,1	32,8	37,3	32,6	30,9	28,6	30,8
TiO ₂	0,0	0,0	0,1	0,1	27,1	0,0	32,7	38,7	31,2	27,6
Al ₂ O ₃	21,4	26,3	24,8	23,1	5,7	24,4	2,4	1,3	5,4	7,2
FeO	13,6	10,0	11,8	12,4	2,9	12,6	2,0	0,8	3,7	2,3
MnO	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3
MgO	0,1	0,0	0,8	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1
CaO	22,0	23,4	22,7	23,0	27,0	23,7	26,5	29,0	29,7	31,1
	95,20	98,55	95,88	96,03	95,9	98,45	96,2	100,6	98,9	99,3
Ca	1,976	1,99	2,01	2,03	0,97	2,05	0,96	1,01	1,07	1,10
Mg	0,013	0,00	0,10	0,04	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,953	0,67	0,81	0,86	0,08	0,85	0,05	0,02	0,10	0,06
Mn	0,020	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Ti	0,002	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,83	0,94	0,79	0,68
Al	2,114	2,46	2,41	2,25	0,23	2,33	0,09	0,05	0,21	0,28
Si	3,179	3,07	2,97	3,07	1,11	3,02	1,10	1,00	0,96	1,02
Ps	31	21	25	28	-	27	-	-	-	-

. 1-4, 6 - ; 5, 7-10 - . $Ps = Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Al)$.

(.3 4 .4).
 - 60-70 %
 Al^{VI} (.5),
 .C
 .6 (.3, 4). , -1), 2-3 (.
 420-440° 7 [, 1992].
 (.2, .163). (.6),
 (An₁₀)
 (.3)
)
 ().
 100 ,
 120°, 40-50°. (110- (.544-547).
 (.4), ()
 [..., 1994],
 7-
 9 , [, 1990]
 [Kohn, Spear, 1990]
 (.7). ,

Массив, комплекс	Рябиновский					Губенский					Уфалейский			Трондьемитовая серия				Нижнеуфалейский	
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
№	552	554	196	196	154	229	227	150	323	390	438	117	147						
Проба	46,51	45,82	40,12	45,00	37,82	37,43	35,99	43,19	45,76	41,99	43,20	37,81	38,49						
SiO ₂	0,18	1,47	0,27	1,14	0,60	0,58	0,47	0,86	0,72	0,59	0,58	0,69	0,85						
TiO ₂	4,53	6,45	12,07	5,55	10,08	10,74	10,48	10,64	10,02	13,45	15,12	12,96	12,87						
Al ₂ O ₃	30,53	27,90	27,18	27,14	32,51	27,21	33,44	18,73	16,47	20,20	17,07	24,69	22,33						
FeO	0,82	1,07	0,71	0,87	1,05	1,69	1,92	0,64	0,24	0,52	0,20	1,3	0,52						
MnO	2,42	3,08	3,39	5,16	0,83	5,67	1,11	8,63	11,11	7,63	10,17	4,59	6,76						
MgO	10,58	9,86	10,42	10,30	10,38	11,34	10,97	11,65	10,97	10,53	10,07	10,71	11,21						
CaO	1,29	1,77	1,89	1,17	2,15	1,80	2,42	2,25	1,88	2,19	2,23	2,08	2,26						
Na ₂ O	1,5	1,61	0,89	0,91	1,93	1,95	2,21	1,52	0,24	0,69	0,24	1,84	1,7						
K ₂ O	98,36	99,03	96,94	97,21	97,37	98,39	99,01	98,11	97,40	97,77	98,88	96,67	96,99						
Сумма	0,88	0,83	0,82	0,75	0,96	0,73	0,94	0,55	0,45	0,60	0,49	0,75	0,65						
Fe/(Fe+Mg)	0,40	0,54	0,58	0,36	0,70	0,56	0,78	0,664	0,54	0,65	0,63	0,68	0,693						
Na	0,31	0,32	0,18	0,18	0,41	0,40	0,47	0,295	0,05	0,13	0,05	0,39	0,343						
K	1,80	1,65	1,78	1,75	1,85	1,96	1,96	1,899	1,75	1,72	1,58	1,93	1,899						
Ca	0,57	0,72	0,81	1,22	0,21	1,36	0,28	1,957	2,46	1,73	2,22	1,15	1,593						
Mg	4,06	3,64	3,63	3,59	4,53	3,67	4,66	2,383	2,05	2,57	2,10	3,47	2,952						
Fe ²⁺	0,11	0,14	0,10	0,12	0,15	0,23	0,27	0,082	0,03	0,07	0,03	0,18	0,070						
Mn	0,02	0,17	0,03	0,14	0,08	0,07	0,06	0,098	0,08	0,07	0,06	0,09	0,101						
Ti	0,24	0,34	0,68	0,15	0,28	0,09	0,06	0,479	0,57	0,80	0,96	0,92	0,483						
Al ^{VI}	0,61	0,85	1,59	0,88	1,70	1,96	2,00	1,430	1,19	1,61	1,66	1,65	1,915						
Al ^{IV}	7,39	7,15	6,41	7,12	6,30	6,04	6,00	6,570	6,81	6,39	6,34	6,35	6,085						
Si	0,85	1,19	2,27	1,04	1,98	2,04	2,06	1,908	1,76	2,41	2,62	2,57	2,399						
Al _{общ.}																			

Массив, комплекс	Губенский				Рябиновский								Уфалейский				Нижне- уфалейский	
	1	2	2	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14		
№	154	228	229	229	163	150	197	195	196	199	142	145	147	150	117			
Проба																		
SiO ₂	33,24	37,23	37,04	37,04	35,10	37,47	36,36	34,89	34,27	36,95	36,86	37,11	33,66	37,83	35,55			
TiO ₂	1,89	1,58	1,63	1,63	1,85	1,98	1,72	1,82	1,95	2,06	3,00	1,9	2,35	2,06	2,79			
Al ₂ O ₃	13,38	14,33	14,11	14,11	14,45	14,70	14,03	14,38	14,46	13,27	15,52	14,41	16,98	16,17	16,71			
FeO	35,10	24,47	23,68	23,68	31,97	26,44	28,69	27,31	27,99	24,13	24,97	23,61	21,94	18,63	22,95			
MnO	0,84	1,03	1,55	1,55	0,90	0,41	0,49	0,45	0,36	0,25	0,73	0,49	0,36	0,45	0,86			
MgO	1,10	9,16	9,26	9,26	3,53	6,34	6,14	6,12	5,80	8,47	5,94	8,31	8,65	11,12	6,95			
CaO	0,05	0,03	0,02	0,02	0,06	0,13	0,33	0,03	0,06	0,04	0,01	0,19	0,00	0,01	0,03			
Na ₂ O	0,12	0,08	0,10	0,10	0,12	0,11	0,29	0,04	0,04	0,04	0,11	0,08	0,08	0,08	0,08			
K ₂ O	8,92	10,05	10,13	10,13	9,00	8,28	6,23	9,13	8,80	9,53	8,39	8,71	9,67	9,53	9,4			
Сумма	94,63	97,96	97,52	97,52	96,96	95,86	94,28	94,17	93,71	94,74	95,53	94,81	93,69	95,88	95,32			
Fe/(Fe+Mg)	0,95	0,60	0,59	0,59	0,84	0,70	0,72	0,71	0,73	0,62	0,70	0,61	0,59	0,48	0,65			
K	2,01	2,05	2,08	2,08	1,92	1,72	1,32	1,97	1,91	2,00	1,74	1,81	2,046	1,915	1,95			
Na	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,09	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,026	0,024	0,03			
Ca	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,06	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,000	0,002	0,01			
Mg	0,29	2,19	2,22	2,22	0,88	1,54	1,52	1,54	1,47	2,08	1,44	2,02	2,138	2,610	1,69			
Fe ²⁺	5,17	3,28	3,19	3,19	4,48	3,60	3,99	3,86	3,99	3,32	3,39	3,22	3,043	2,454	3,13			
Mn	0,13	0,14	0,21	0,21	0,13	0,06	0,07	0,06	0,05	0,03	0,10	0,07	0,051	0,060	0,12			
Ti	0,25	0,19	0,20	0,20	0,23	0,24	0,22	0,23	0,25	0,26	0,37	0,23	0,293	0,244	0,34			
Al ^{VI}	0,64	0,66	0,64	0,64	0,74	0,92	0,80	0,76	0,74	0,66	0,97	0,83	0,903	0,959	1,00			
Al ^{IV}	2,14	2,04	2,04	2,04	2,12	1,90	1,95	2,11	2,17	1,91	2,01	1,94	2,417	2,043	2,21			
Si	5,86	5,96	5,96	5,96	5,88	6,10	6,05	5,89	5,83	6,09	5,99	6,06	5,583	5,957	5,79			
Al _{общ.}	2,78	2,70	2,68	2,68	2,86	2,82	2,75	2,86	2,90	2,58	2,97	2,77	3,320	3,002	3,21			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	182	197	195	196	150	288	229	145	117
SiO ₂	47,89	47,56	45,76	45,54	46,99	45,67	45,84	48,64	45,06
TiO ₂	0,37	0,23	0,00	0,00	0,34	0,54	0,20	0,62	0,78
Al ₂ O ₃	23,96	25,09	6,47	6,54	27,33	28,83	29,64	25,56	29,18
FeO	8,54	8,15	27,62	29,77	7,43	6,97	6,31	6,75	6,63
MnO	0,13	0,11	2,07	1,40	0,06	0,08	0,18	0,05	0,10
MgO	1,29	1,68	4,11	3,87	1,24	2,07	1,95	2,21	1,64
CaO	0,00	0,01	0,13	0,04	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00
Na ₂ O	0,16	0,04	0,22	0,19	0,17	0,23	0,13	0,20	0,19
K ₂ O	9,94	9,25	1,50	1,93	9,24	10,31	10,67	9,37	9,86
	92,28	92,11	87,88	89,29	92,81	94,74	94,92	93,40	93,44
Fe/(Fe+Mg)	0,79	0,73	0,79	0,81	0,77	0,65	0,65	0,63	0,69
K	1,89	1,75	2,67	3,36	1,73	1,90	1,96	1,73	1,84
Na	0,05	0,01	0,58	0,49	0,05	0,07	0,04	0,06	0,05
Ca	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg	0,29	0,37	8,50	7,87	0,27	0,45	0,42	0,48	0,36
Fe ²⁺	1,06	1,01	32,00	33,93	0,91	0,84	0,76	0,82	0,81
Mn	0,02	0,01	2,42	1,64	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Ti	0,04	0,03	0,00	0,00	0,04	0,06	0,02	0,07	0,09
Al ^{VI}	3,34	3,43	2,08	0,62	3,60	3,52	3,64	3,43	3,61
Al ^{IV}	0,87	0,95	8,50	9,87	1,12	1,39	1,40	0,94	1,42
Si	7,13	7,05	63,50	62,13	6,88	6,61	6,60	7,06	6,58
Al	4,21	4,38	10,58	10,49	4,72	4,92	5,03	4,37	5,03

. 1, 2, 5-9 – ; 3, 4 – .

2,5 ,

(1)

1,5 , (. 2);

(1)

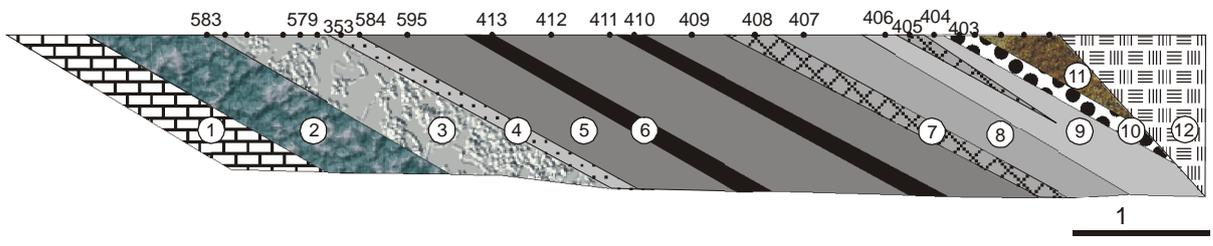
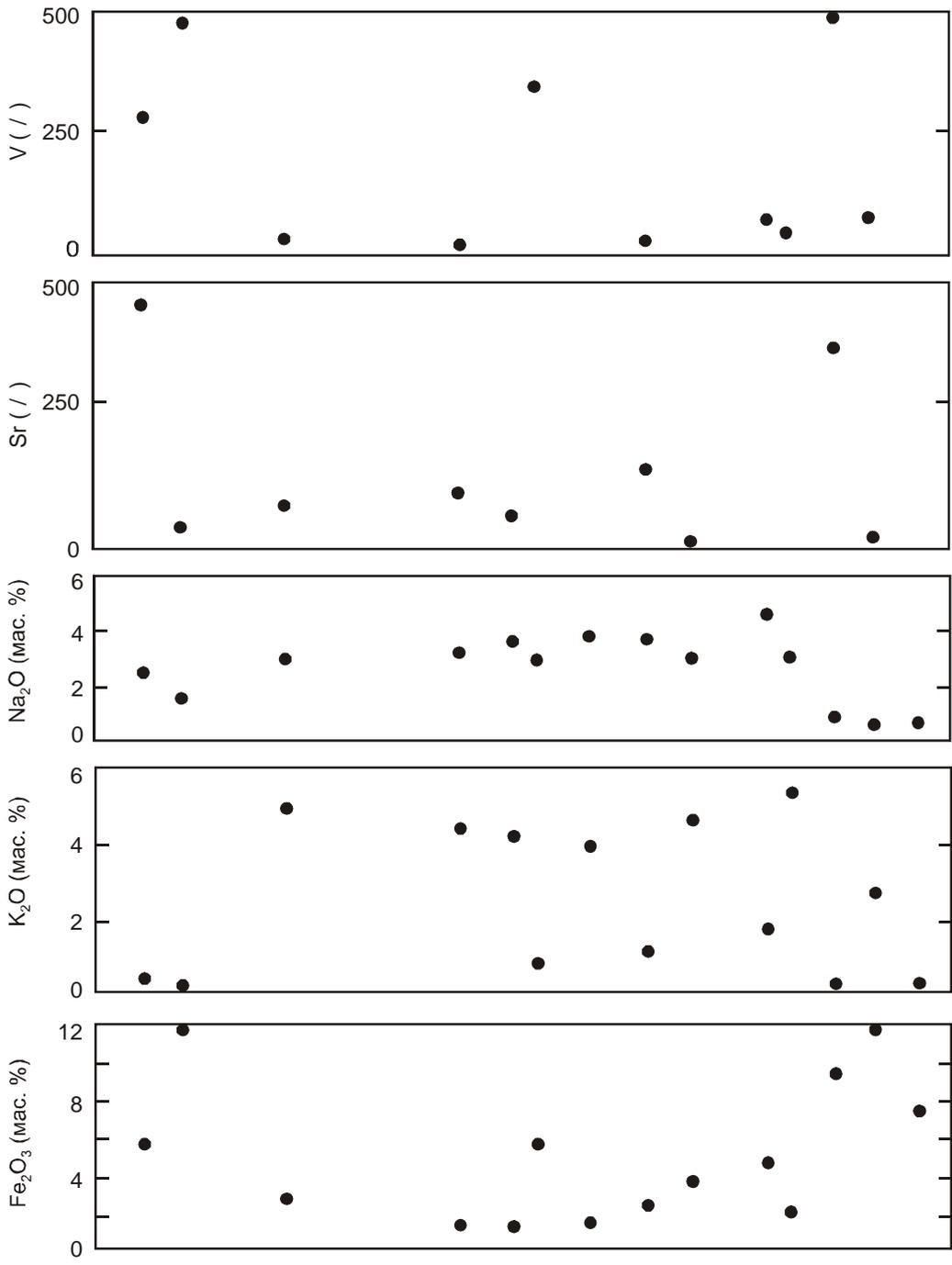
Al_{2 3}

[., 2003]

((55-84 %).

) (« »

).



. 3.

- , 1 -
- , 2 -
- , 3 -
- , 4 -
- , 5 -
- , 6 -
- , 7 -
- , 8 -
- , 9 -
- , 10 -
- , 11 -
- , 12 -

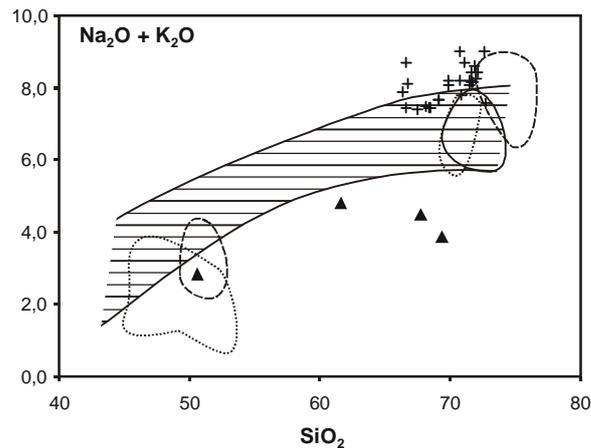
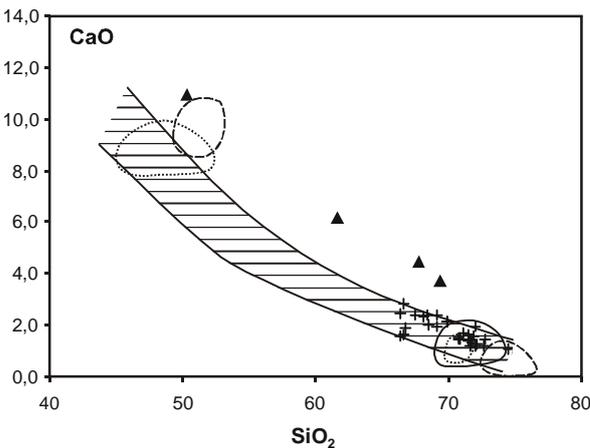
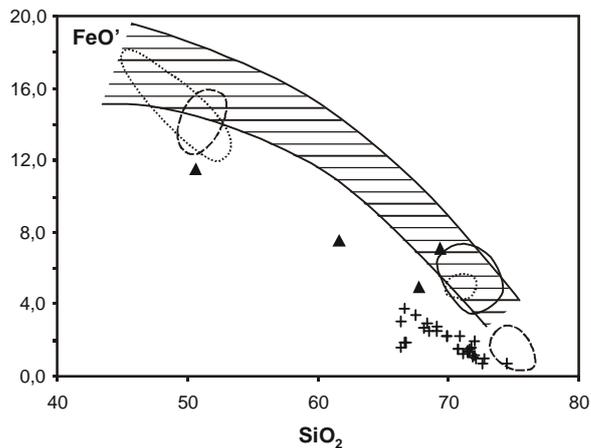
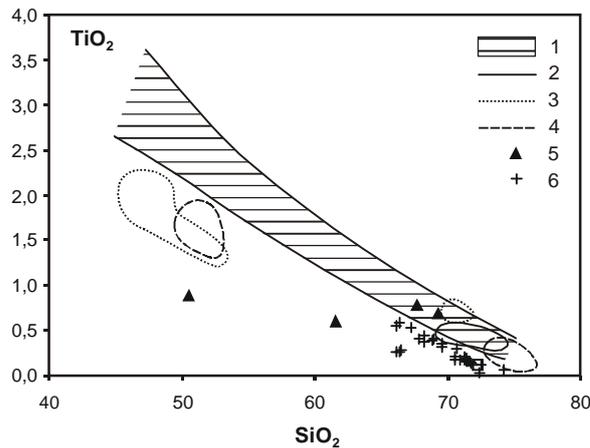
		1	2	3	4	1	2
		1-2; 7-8	8-9		1	600	630-600
	-	6-7	8-9	7	3	640-620	620-580
	-	6,5	7,5-7,8	6-7		650	510
		5	6	-	-	630-640	-
		9	10-10,5	11	-	590	510
		9	10-10,8	-	-	670-680	-

1986]; 2 – [, 1990]; 3 – [Hammarstrom, Zen, 1990]; P4 – [, 1987]. [Kohn, Spear, (°) - : 1 – [Otten, 1984], 2 – [Holland, Blundy, 1994].

(0,85 0,70), (.4). -
 , -
 , Fe₂O₃, -
 , Na₂O Sr -
 (.6) - (.3). -
 - .3. -
 Nb, Y, U, Th -
 (.8, .544-547). -
 -
 [, 1959; , 1963; , 1970, .]. , -
 .1 , -
 : -
 , -
 SiO₂; -
 (.4, 5). -
 , Nb, Yb, Li, Zr, Hf, -
 Ti, V, SiO₂ Yb, Zr (.2). Cs, (0,3-0,5 %) -
 , 3 % , [-
 : - (.8). , 1986]; -
 (.3) - [, C , 1986]. -
 Hf/Nb = 0,4 (-
 0,1), Zr/Nb = 10 (-
 -2,5), Ba/Nb. -
 , -
 -
 -

Hf, Ta, Y, Zr, Nb, (La/Yb = 6).
 Fe³⁺, Ca, P, Rb, Sr, Y, La, Na, Al, u, Zn, Pb, Mo.
 Be/Nb
 [2002].

Ce
 (. 8).
 [1981].



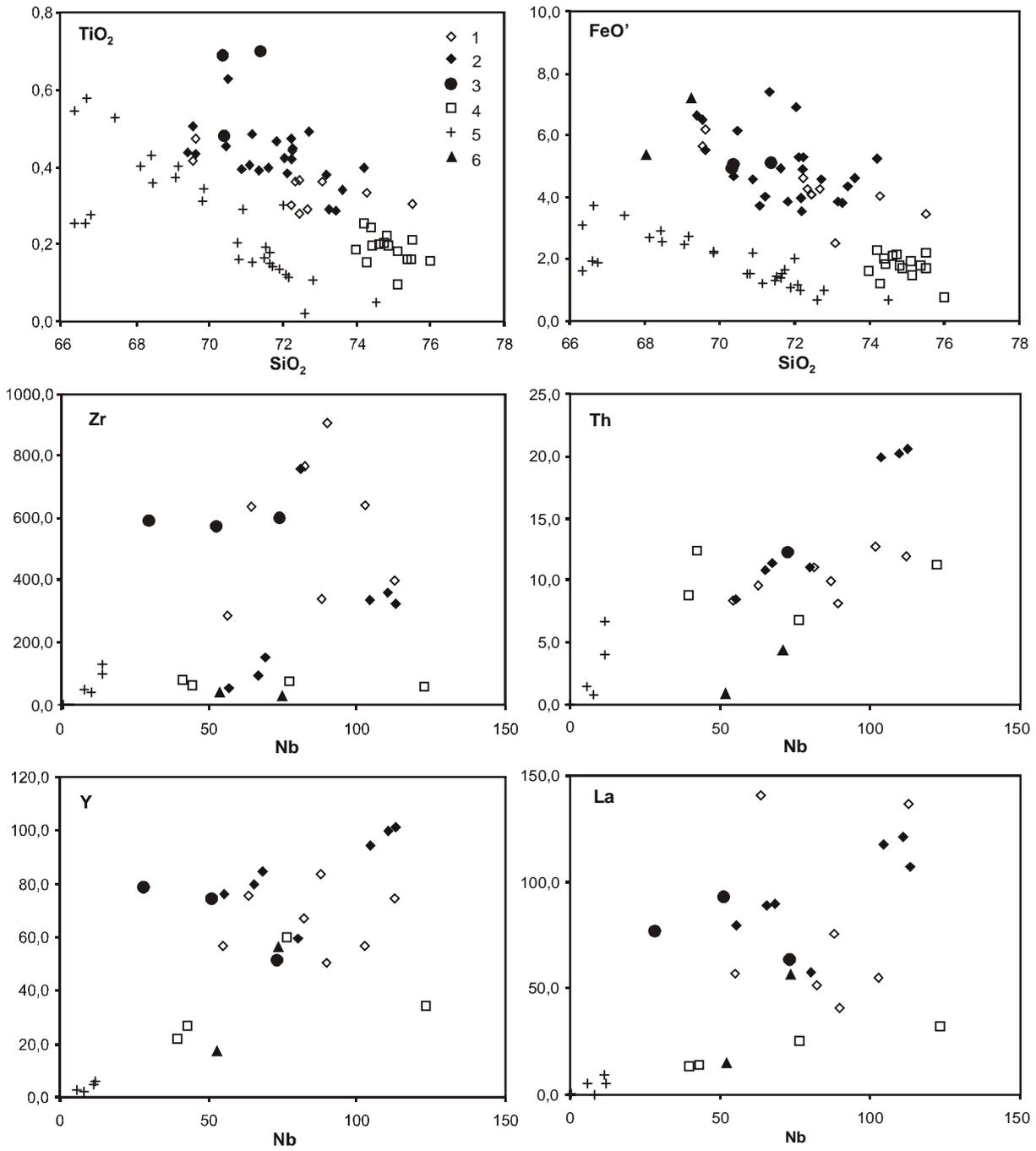
. 4.
 : 1 -
 , 3 -
 : 5 -
 : 6 -

SiO₂ 2

4 % H₂O,

Eu

(Gd-Lu) (. 6).

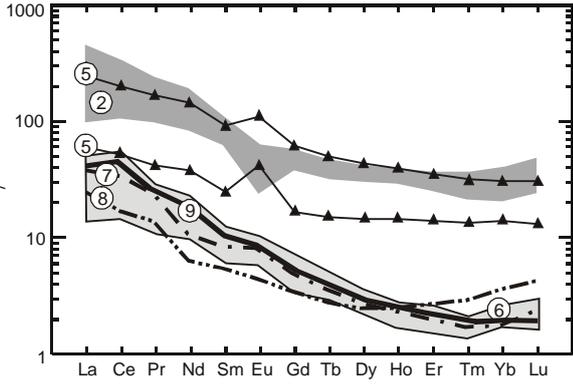
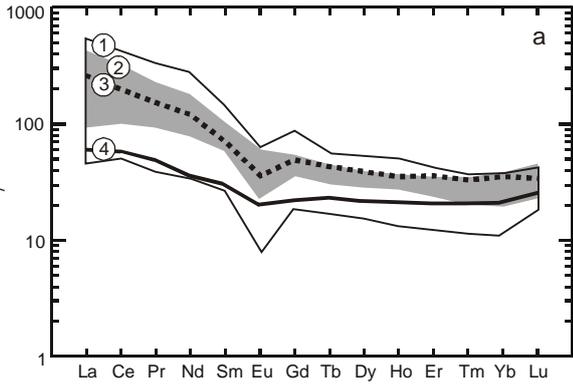


. 5.
1-4 - : 1 - , 2 - , 3 -
, 4 - ; 5 -
; 6 -

(. %) (/)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Проба	5	544	10	547	4	545	150	525	323	438	251
SiO ₂	69,41	70,42	71,07	71,21	71,61	72,17	74,18	49,91	61,58	67,74	69,33
TiO ₂	0,44	0,46	0,41	0,48	0,40	0,43	0,40	0,90	0,63	0,81	0,72
Al ₂ O ₃	13,39	12,31	13,68	12,74	12,77	13,24	11,05	12,63	13,77	13,99	13,54
Fe ₂ O ₃	4,13	3,11	1,24	2,89	4,13	2,87	5,07	5,98	5,46	3,21	4,77
FeO	2,90	1,90	2,60	1,50	1,20	1,40	0,69	5,92	2,60	2,05	2,80
MnO	0,18	0,08	0,13	0,09	0,18	0,10	0,09	0,17	0,10	0,07	0,04
MgO	0,80	1,00	0,64	0,74	0,52	0,68	0,91	7,66	3,35	2,17	0,82
CaO	1,72	1,77	1,42	1,90	1,27	2,18	1,00	10,69	6,17	4,43	3,73
Na ₂ O	3,10	3,10	3,10	2,70	3,85	3,30	4,57	1,97	4,74	4,50	3,69
K ₂ O	3,24	4,62	4,21	5,03	3,79	2,40	1,34	0,79	0,06	0,01	0,18
P ₂ O ₅	0,12	0,06	0,09	0,08	0,08	0,06	0,03	0,12	0,11	0,12	0,16
п.п.п.	0,42	1,10	0,39	1,60	0,24	2,00	0,53	3,26	0,60	0,40	0,40
Сумма	99,85	99,93	98,98	100,96	100,03	100,83	99,87	100,00	99,17	99,49	100,18
Rb	45,46	149,56	87,24	191,20	81,54	68,84	34,08	12,62	1,00	0,27	8,20
Sr	203,60	94,12	111,82	93,41	218,18	47,89	101,35	316,62	417,25	1218,2	664,22
Ba	1631,7	1779,3	1536,3	1816,3	1968,1	1485,7	721,01	172,49	89,71	107,84	761,25
Y	75,83	94,05	84,57	99,86	79,84	101,43	59,51	19,03	24,35	17,19	54,71
Nb	55,62	104,72	68,16	110,72	65,62	113,35	80,40	4,37	40,06	50,91	71,29
Zr	51,83	336,15	151,25	355,61	92,12	321,47	753,00	67,16	98,40	33,83	13,67
Th	8,43	19,90	11,35	20,19	10,85	20,49	11,03	0,89	4,37	0,43	4,11
La	79,82	116,92	89,59	121,46	89,31	106,90	57,54	7,37	7,29	13,96	60,29
Ce	187,48	227,07	177,26	231,42	200,38	203,34	137,55	16,67	20,97	31,05	124,87
Pr	19,87	30,01	21,59	30,79	22,70	27,23	14,57	2,47	2,70	3,85	15,88
Nd	79,03	97,57	82,03	102,92	86,74	87,95	58,09	11,51	12,24	16,51	65,33
Sm	16,14	17,93	16,02	18,51	17,14	16,72	12,29	3,01	3,59	3,48	13,60
Eu	4,90	2,87	3,05	3,24	3,74	2,78	2,57	1,06	1,45	2,29	6,08
Gd	13,82	16,72	13,92	17,71	14,38	15,88	10,62	3,21	3,84	3,17	12,03
Tb	2,14	2,55	2,26	2,74	2,30	2,59	1,80	0,56	0,64	0,51	1,77
Dy	13,29	15,25	14,28	16,34	14,35	16,14	10,69	3,56	3,97	3,35	10,19
Ho	2,78	3,42	3,01	3,59	2,94	3,62	2,29	0,81	0,85	0,76	2,07
Er	7,25	9,32	8,03	9,78	7,70	9,77	6,20	2,11	2,32	2,12	5,50
Tm	1,13	1,34	1,27	1,42	1,20	1,44	0,86	0,30	0,31	0,31	0,75
Yb	7,12	8,58	7,98	9,23	7,29	9,26	6,08	1,92	1,96	2,07	4,71
Lu	1,15	1,23	1,25	1,44	1,12	1,42	0,91	0,30	0,28	0,30	0,72

Плановые, 1-7 – материалы к отчету, 8-11 – материалы к отчету по работе.



6.
[Sun, 1982]

1 -
2 -
3 -
4 -
5 -
6 -
7 -
8 -
9 -
(7-9).

(1, 8),

(9), 500-550°C.

U-Pb

LA-

ICP-MS [., 2006].

[., 2005].

()

SiO₂

(Bt + Mu + Grt),

S-

[., 1963;
., 1970].

8-9 (7),

[., 2006],

(), (. 438) [, 1974].
 K-Ar 1290 . U-Pb 900-400-
 1100 , [, 2000].
 500 [, 2000].
 20²
 PT-
 . 7.
 (5-6).
 Na₂O (4,5 %) CaO (4 %), Nb (27-35 %),
 0,18 %) Rb (. 8). K₂O (0,01- (1-4 %), (6-13 %),
 ; (0-2 %),
 Cu Ni Sr (1100 /), -
 - Zr, Th, U : = 6-7 , = 510-600° (. 7).
 Be/Nb Ta/Nb.
 . Rb-Sr , -
 (316,9
 Nb,), ±2,5 .
 (, Rb, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr = 0,70428±0,000084 [
 - Sr). , 2005].
 316-317 . U-Pb
 Eu (. 6). - [Hetzel, Romer, 1999].
 «
 () [, » ,
 1984; , 1997, .].
 [, 1999, .].
 (?)
 (35²),

(SiO₂ = 67-72 %)

(. 9).
 = 9-10 (. 7).

(±);

(. 9).
 (. 4, 5)

SiO₂, TiO₂ FeO.

Rb – Sr
 Rb–Sr
 (15-152 /);

[, 1987].
 Rb
 Sr (400-700 /)

», « »

(. 4, 5).

Rb Sr

FeO
 (. 4, 5), , 1987],

2) TiO₂, CaO–MnO [Harangi et al., 2001]
 e , [, 2001]

(. 3) [, 2002].
 Fe³⁺–Ca–Al

(> 25).

Al₂O₃ – 5,2 % 1,3-2,4 %
 (. 3).

(. %) (/)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Проба	199	202	203	195	Юр-14	Юр-6	Уф148	Уф176	УФ116	Уф117	Киа-1	Киа-2	Киа-6	Урж-6
SiO ₂	75,10	75,35	75,49	75,50	69,77	72,36	70,12	70,63	71,49	72,58	68,68	68,27	69,47	72,62
TiO ₂	0,18	0,16	0,16	0,21	0,71	0,41	0,27	0,29	0,17	0,02	0,26	0,28	0,25	0,08
Al ₂ O ₃	12,76	13,00	12,62	12,71	12,27	12,28	15,65	15,38	15,51	15,34	16,44	17,02	16,07	14,08
Fe ₂ O ₃	1,37	1,23	1,50	2,03	3,12	1,98	1,07	1,64	0,87	0,00	1,22	1,38	1,55	0,96
FeO	0,70	0,70	0,35	0,35	3,10	2,10	1,05	0,53	0,52	0,69	0,90	0,90	0,50	0,20
MnO	0,07	0,02	0,01	0,03	0,11	0,07	0,05	0,04	0,04	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06
MgO	0,34	0,21	0,22	0,45	0,80	0,65	0,83	0,76	0,30	0,10	0,58	0,66	0,53	0,39
CaO	0,71	0,15	0,22	0,86	1,92	1,67	1,70	2,01	1,65	1,19	2,55	2,59	2,52	0,96
Na ₂ O	3,70	4,00	4,00	3,40	3,0	2,6	5,47	4,97	4,75	5,13	5,8	5,8	5,8	5,0
K ₂ O	4,14	4,55	4,44	4,38	4,32	4,69	3,66	3,64	3,31	3,87	2,20	2,30	2,28	3,58
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,04	0,04	0,13	0,06	0,12	0,11	0,06	0,01	0,07	0,08	0,08	0,04
п.п.п.	0,20	0,30	0,20	0,20	0,90	0,60	0,00	0,00	0,30	0,18	0,60	0,60	0,40	0,60
Сумма	99,32	99,71	99,26	100,16	100,15	99,48	100,00	100,00	98,96	99,18	99,35	99,92	99,50	98,56
Rb	119,89	92,92	115,59	99,65	54,08	34,00	46,53	21,50	109,43	61,82	1,99	2,14	1,90	1,06
Sr	70,85	15,36	9,81	152,56	69,75	93,00	584,41	734,21	400,21	18,90	41,77	21,43	38,19	136,33
Ba	465,48	74,18	65,10	283,53	1041,6	993,29	1348,7	1765,6	621,83	15,54	996,30	905,00	932,13	313,21
Y	59,99	34,20	24,85	21,83	64,73	48,33	4,93	2,94	6,02	2,14	964,13	1013,3	1035,8	277,30
Nb	76,65	123,09	151,21	39,69	143,38	130,05	11,49	5,54	11,79	7,99	5,19	3,26	4,83	7,19
Zr	75,92	56,72	74,79	79,90	404,52	280,02	129,01	48,87	98,72	40,01	16,56	20,98	16,15	29,74
Th	6,77	11,27	14,41	8,84	9,32	10,68	4,04	1,40	6,70	0,81	58,90	151,44	49,68	32,27
La	25,15	32,38	38,46	13,14	47,67	15,43	9,43	5,45	5,59	0,27	3,97	2,11	3,56	6,29
Ce	121,05	87,29	89,60	44,09	66,00	71,82	26,37	12,51	26,18	3,87	13,96	3,34	12,81	6,93
Pr	6,81	10,83	11,04	3,77	12,90	5,52	2,24	1,96	1,37	0,08	32,24	15,86	29,11	12,17
Nd	28,50	51,25	50,20	21,99	40,89	18,45	8,50	8,30	5,86	0,26	3,11	0,76	2,89	1,58
Sm	6,62	9,66	9,22	5,52	9,15	5,17	1,57	1,85	1,54	0,06	9,33	2,27	8,36	4,59
Eu	1,15	0,38	0,32	0,58	1,76	1,01	0,60	0,68	0,45	0,02	1,71	0,50	1,48	0,94
Gd	8,08	6,82	6,41	4,51	8,49	5,02	1,33	1,48	1,15	0,11	0,68	0,29	0,62	0,27
Tb	1,47	1,16	0,97	0,69	1,57	1,07	0,19	0,21	0,21	0,03	1,36	0,48	1,22	0,81
Dy	10,10	7,50	5,87	4,89	8,83	6,57	1,05	1,12	0,97	0,29	0,17	0,08	0,17	0,12
Ho	2,07	1,54	1,16	1,12	2,12	1,59	0,19	0,19	0,21	0,07	0,76	0,37	0,78	0,68
Er	5,83	4,43	3,59	3,46	6,63	5,09	0,57	0,56	0,58	0,31	0,15	0,12	0,17	0,17
Tm	0,86	0,55	0,44	0,41	0,95	0,78	0,06	0,06	0,06	0,04	0,50	0,30	0,49	0,62
Yb	6,40	3,25	2,85	1,97	6,11	5,00	0,53	0,46	0,57	0,42	0,05	0,06	0,05	0,09
Lu	2,48	1,25	1,10	0,71	2,21	1,79	0,00	0,00	0,08	0,00	0,40	0,32	0,41	0,77

Примечание. 1-4 – гранито-гнейсы Уфалейского блока, 5-6 – гранито-гнейсы юрминского комплекса, 7-10 – граниты Нижнеуфалейского массива, 11-13 – , 14 –

. 7.
[Sun, 1982]

. 6.

(Cs, Sr, Ti, Sc, V, Co)

(. 7).

(. 6).

Eu,

La/Yb

8-15.

(. 6).
1.

Eu/Eu*,
Nb Ti

[..., 1994; , 1999;
, 2004, .].

Co, Sc, V;

W Mo.

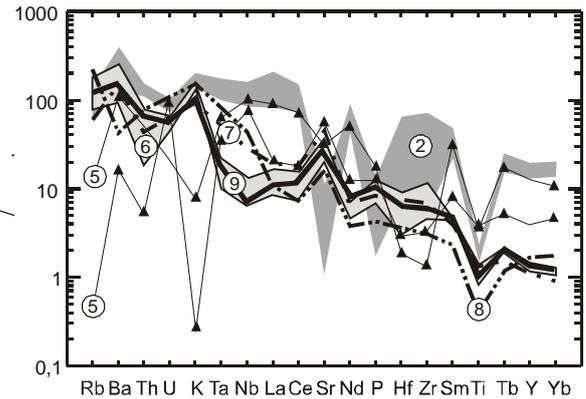
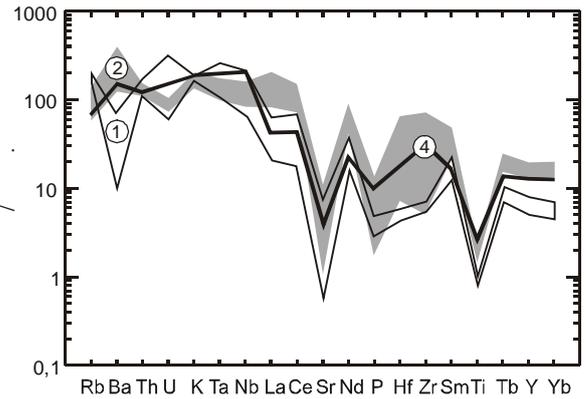
Li, Rb, Cs, Ba, Sr, Ga

Nb, Ti, Y.

4-70
⁸⁶Sr

⁸⁷Sr/

()



[., 1982]

[, 2004].

(-)

2004 .

[, 2002] (. 1).

, (- -
 [..., 1994)]. , , -
 , , -
 S- . -
 , o -
 . -
 () -
 : 1) -
 (1390-1330 .) (660) -
 2) - - (660 .) , -
), - - , -
 . -
 , - (660 .) - , -
 , - , - ,
 1. . - () -
 , - (.), -
 2. [, 1984; , 1997, -
 , -, .], (, -
 [, 2001, .], - , (-
) . -
 . -
 1-2 , 580-610
 (400- . (. . .
 500°),) . , -
 , - 1155-1254 . -
 , - -
 (8-9) , -
 . 650 . , -

650 .

1.) (- - - - - V : : , 1997. .166-171. // , 2002. .28-33. 1986. 191 . 3. .1963. .96. .34-64. , 1946. 28 . // , 1997. .111-127. // .1981. 5. .47-63. / , 2001. 264 .) (). // , 1997. .155-165. .1974. 199 . 1982. 413 . « - () // , 1970. .124-153. () // (05-05-64079 04-) : // 0596052- 2004 -) « , 1986. .159-183. » (-4210.2006.5). // -2005. : , 2006. .300-303. , 1984.136 . (-) //

- , 1981. .14-41.
- , 1981. 263 .
2002. 392 .
- Sm-Nd
- , 1997. .98-111.
- IV. .2. 2005.
- , 1992. 662 .
- , 2006. . 331-334.
- , 1999. .161-162.
- , 2000. .201-203.
- , 1994. 247 .
- , 2004. .394. 5. .682-685.
- , 1986. 208 .
- , 1999. .273-277.
- , 2003. .391. 1. .93-98.
- , 1971. 215 .
- , 1997. .127-142.
- , 1975. 138 .
- , 1987. 228 .
3. .328-335.
- , 1990.
- , 2002. .43. 1. C. 42-56.
- , 1990. V. 75. P. 89-96.
- , 2002. 3. .1-22.
- , 2001. .43. 2. .112-128.
2005. .47. 5. .421-443.
- , 1959. .13-40.
- Hammastrom J.M., Zen E-an.* Aluminium in hornblende: an empirical igneous geobarometer // *Amer. Miner.* 1986. V. 71. 11-12. P. 1297-1313.
- Harangi S.Z., Downes H., Kosa L. et al.* Almandine garnet in calc-alkaline volcanic rocks of the Northern Pannonian Basin (Eastern-Central Europe): geochemistry, petrogenesis and geodynamic implications // *J. Petrol.* 2001. V. 42. 10. P. 1813-1843.
- Hetzel R., Romer R.L.* U-Pb dating of the Verkhniy Ufaley intrusion, middle Urals, Russia: a minimum age for subduction and amphibolite facies, overprint of the East European continental margin // *Geol. Mag.* 1999. V. 136. 5. P. 593-597.
- Holland T., Blundy J.* Non-ideal interaction in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry // *Contrib. Mineral. Petrol.* 1994. V. 116. P. 433-447.
- Kohn M.J., Spear F.S.* Two new geobarometers for garnet amphibolites, the application to southeastern Vermont // *Amer. Miner.* 1990. V. 75. P. 89-96.
- Otten M. T.* The origin of brown hornblende in the Artfjallet gabbro and dolerites // *Contrib. Mineral. Petrol.* 1984. V. 86. 2. P. 189-199.
- Sun S.S.* Chemical composition and origin of the Earth's primitive mantle // *Geochim. Cosmochim. Acta.* 1982. V. 46. P.179-192.
- The nomenclature of minerals: a compilation of IMA reports / *Mineral. Assoc. Canada. Ottawa, Ontario, 1998. 149 p.*