

550.4+553.061.2(470.5)

- ( ):

. . . , . . . , . . .

620151, . , . . . , 7

E-mail: georg\_petrov@mail.ru

24 2005 .

- ( ) -  
- ( ),

-  
-  
-

200 . . . ,

: , , , , , , .

**PRE-PALEOZOIC MAGMATIC COMPLEXES  
OF KVARKUSH-KAMENNOGORSKY ANTICLINORIUM (MIDDLE URALS):  
NEW DATA ON GEOCHEMISTRY AND GEODYNAMICS**

**G.A. Petrov, A.V. Maslov, Yu.L. Ronkin**

*Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

The description of the Upper Riphean-Vendian (Neoproterozoic) magmatic complexes of Kvar-kush-Kamennogorsky anticlinorium, their geochemistry and isotope-geochronology data are given. The research allows us to show presence of definite lateral zoning of magmatism, which can be produced by different-depth magmatic cameras above mantle plume presence. The possible duration of mantle plume existence is ca. 200 Ma. Stratigraphic problems of the Middle Urals upper levels of the Upper Precambrian sedimentary sequences are discussed.

Key words: *magmatism, Vendian, Riphean, geodynamics, mantle plume, the Middle Urals.*

, . . . , . . .  
,

, -  
- , -  
- -

. . . , . . . -  
, . . . , . . . , . . . .

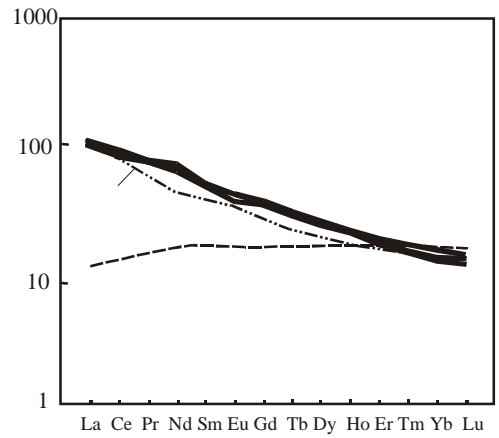
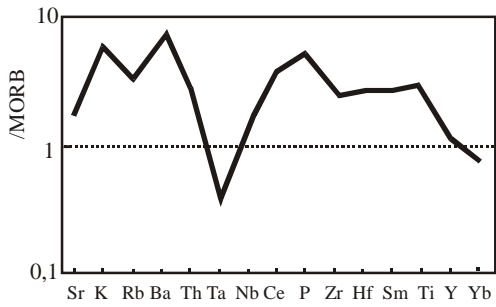
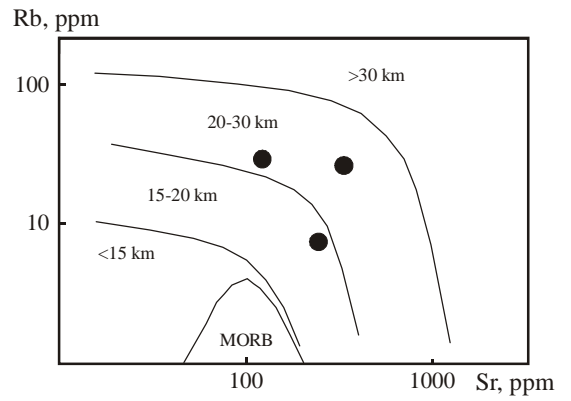
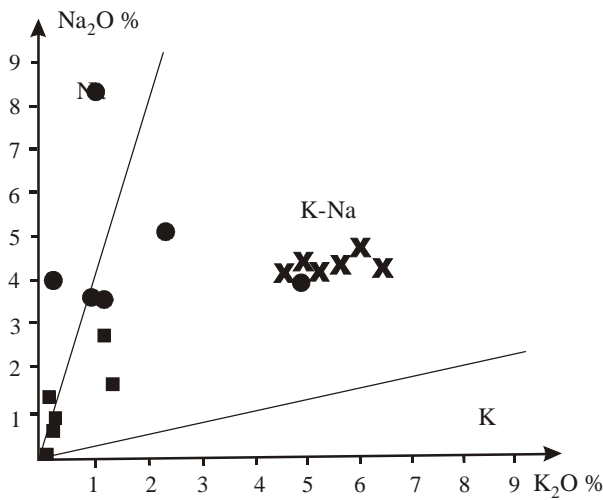
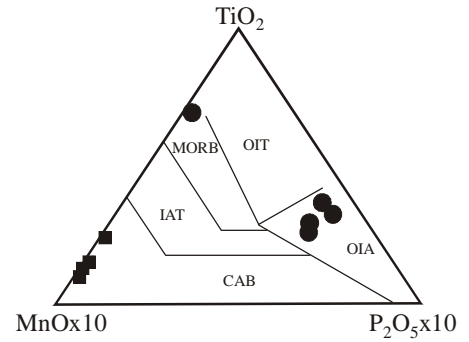
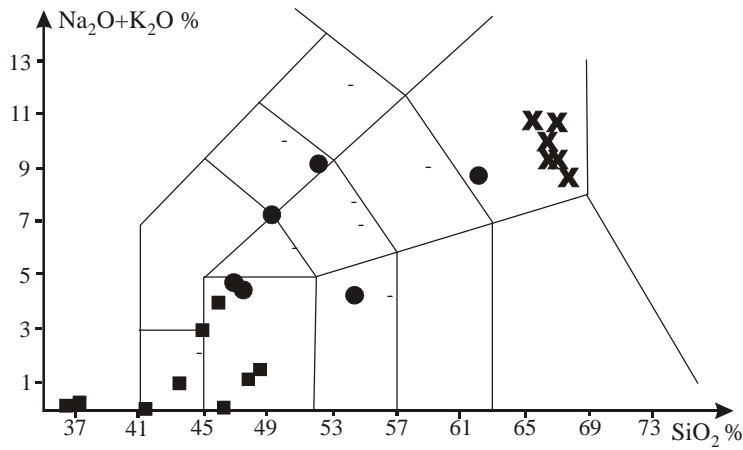
, . . . , . . . , . . . -  
, . . . , . . . , . . . , . . . -

. . . , . . . , . . . , . . . , . . . -  
. . . , . . . , . . . - - -

, . . . , . . . [ , 1980; -







■ 1 ● 2 X 3

- (3)
- $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$  [Le Bas et al., 1986].
  - $(\text{MnO } 10)-\text{TiO}_2-(\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 10)$  [Mullen, 1983].
  - IAT - MORB - OIT - OIA -
  - $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$  [C, 1985].
  - Rb-Sr [Condie, 1979].
  - REE MORB ( [Wedepohl, 1981]).
  - ( [Barberi et al., 1975]), N-MORB E-MORB ( [Sun, McDonough, 1989]), ( [Sun, McDonough, 1989]).

( . %) ( / )

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	52,05	49,13	54,52	42,96	45,87	46,46	45,08	46,5	58,37
TiO <sub>2</sub>	3,85	3,29	3,45	3,69	4,75	3,11	3,17	3,58	1,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,39	11,77	10,32	11,35	11,81	13,56	12,83	11,33	14,34
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,74	9,31	9,43	9,17	10,95	10,17	8,48	13,47	5,28
FeO	1	7	3,9	6,4	2,9	3,1	5	1,55	2,4
MnO	0,09	0,21	0,18	0,21	0,14	0,18	0,18	0,15	0,11
MgO	1,45	3,87	3,76	6,77	5,51	4,35	5,87	6,54	1,96
CaO	3,94	4,79	6,12	8,82	8,06	7,05	8,21	8,86	2,58
Na <sub>2</sub> O	8,4	5,2	4,2	4,4	2,6	4,75	5,3	6,2	10,4
K <sub>2</sub> O	0,97	2,29	0,19	0,96	3,86	3,3	1,77	0,05	2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,65	0,65	0,61	0,68	0,94	0,7	0,5	0,36	0,35
	100,89	100,18	99,53	99,09	100,64	100,27	100,48	100,78	100,46
Li	5,57	19,2	19,2	164,68	41,38	57,93	72,59	31,34	10,65
Rb	20,36	21,68	5,7	22,68	87,25	45,3	27,44	1,57	29,5
Cz	0,69	0,69	0,19	3,25	0,92	1,06	3,89	0,71	0,92
Sr	319,47	114,17	2327,85	1288,02	899,84	730,96	865,73	993,46	166,41
Ba	351,04	811,44	201,64	464,56	1094,75	904,96	677,44	81,93	381,33
Sc	32,23	30,4	27,7	21,11	22,55	11,96	22,43	28,88	4,88
V	211,45	432,72	411,25	480,17	412,25	226,36	500,97	408,05	112,38
Cr	198,42	56,23	94,97	318,99	69,64	131,57	258,5	445,23	100,07
Co	32,33	42,6	37,33	49,69	41,87	37,15	48,23	44,68	8,22
Ni	34,21	14,87	17,92	61,43	53,1	48,04	57,57	53,96	48,03
Cu	21,57	12,27	27,44	81,12	85,17	84,83	85,12	48	14,44
Zn	158,8	174,16	165,36	173,75	190,42	149,82	170,65	133,22	71,67
Ga	20,77	28,06	23,08	24,18	23,73	19,42	26,26	20	21,62
Y	42,44	45,63	42,2	33,72	41,32	35,79	37,21	26,62	26,73
Nb	23,58	21,98	20,54	107,91	101,62	120,81	114,27	73,44	97,86
Ta	1,28	1,11	1,14	5,57	4,82	5,17	5,72	5,33	4,56
Zr	270,15	258,67	229,33	373,58	395,45	409,85	375,23	274,18	372,65
Hf	6,64	6,71	6,02	8,75	9,32	8,71	8,65	6,74	8,79
Mo	2,43	1,01	0,82	0,9	2,22	0,94	1,23	3,37	1,37
Be	1,28	2,71	1,62	3,48	2,46	1,91	2,69	2,38	4,19
Pb	6,6	3,92	9,71	2,12	4,09	4,02	4,5	19,48	8,02
U	0,18	0,4	0,36	1,77	1,25	1,44	1,46	1,05	3
Th	2,79	2,48	2,33	9,39	6,29	9,32	9,04	7,21	16,26
La	30,33	31,92	32,52	67,33	72,89	74,3	72,88	41,6	56,99
Ce	76,48	70,93	71,72	131,5	153,85	145,21	150,03	91,43	111,69
Pr	9,91	9,66	9,6	15,75	19,4	16,84	17,51	11,4	12,9
Nd	44,69	39,26	42,51	63,93	79,96	65,97	68,31	45,89	46,5
Sm	10,02	9,72	9,53	11,7	15,59	11,91	12,7	9,1	8,2
Eu	3,15	2,73	3,18	3,46	4,54	3,46	3,84	2,69	2,75
Gd	9,79	9,68	9,27	10,02	12,99	10,15	11,3	7,69	6,88
Tb	1,4	1,38	1,45	1,41	1,8	1,42	1,52	1,1	0,98
Dy	7,85	8,26	7,61	6,68	8,59	7	7,56	5,58	5,16
Ho	1,49	1,58	1,52	1,28	1,54	1,32	1,37	1,06	0,98
Er	3,5	3,9	3,8	2,99	3,44	3,12	3,09	2,41	2,38
Tm	0,47	0,55	0,48	0,38	0,43	0,4	0,4	0,32	0,32
Yb	2,58	3,14	2,79	2,18	2,46	2,36	2,31	1,8	1,98
Lu	0,35	0,42	0,4	0,3	0,33	0,33	0,3	0,24	0,28

. 1-3 – , . : 10 – [ , 2001], 11-13 – ; 14-17 – ; . : (18), (19) - (20); 21-23 – ; : (24) [ , 2002], 25 – ;

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
38,67	46,48	44,13	49,21	43,92	42,82	44,88	47,64	48,25	43,46
0,72	1,66	1,96	1,49	3,24	2,54	3,21	1,58	2,47	0,85
7,25	13,31	12,53	13,85	13,45	11,59	10,06	13,34	10,51	5,75
5,45	7,39	8,27	9,01	7,32	7,76	8,06	6,53	10,99	5,28
7,89	9,7	7,8	6,5	6	8,4	6	6,3	6,9	6,9
0,19	0,22	0,21	0,2	0,15	0,19	0,12	0,15	0,22	0,16
23,05	2,71	5,69	2,33	4,76	9,42	6,02	5,76	5,69	24,5
5,02	6,1	10,66	5,55	9,6	7,8	11,6	7,28	7,65	5,09
0,24	6,2	4,2	7,3	2,5	4,4	4,4	5,3	1,8	0,3
0,39	1,22	0,49	1,42	2,64	0,2	0,01	0,66	1,94	0,07
0,16	0,89	0,4	0,56	0,66	0,36	0,44	0,32	0,27	0,13
100,35	99,5	100,22	100,54	99,17	100,64	100,07	98,39	100,76	100,24
-	38,72	57,83	32,29	49,49	94,35	27,07	26,63	25,29	10,37
19	15,74	8,93	15,6	29,73	3,47	0,26	10,41	53,83	2,32
4,1	0,27	0,22	0,08	0,58	0,88	0,02	0,23	6,04	0,71
34	441,53	368,07	451,33	277,31	224,99	168,75	319,81	494,71	50,66
141	433,7	419,48	270,52	551,12	266,61	70,72	363,82	390,04	50,64
12	11,03	32,11	9,29	18,32	30,55	24,38	25,2	43,18	15,88
110	164,07	284,66	48,82	304,64	354,98	235,36	175,42	521,82	133,48
638	16,69	151,67	54,26	27,11	420,24	362	217,31	200,32	3062,3
90	26,48	48,09	22,95	45,19	56,36	70,91	36,01	42,02	107,86
1497	20,78	58,59	4,51	23,07	321,78	48,62	21,76	71,95	967,15
45	28,31	81,69	36,5	77,1	52,67	53,46	46,52	152,22	65,71
85	107,25	126,18	110,04	212,34	131,7	161,62	104,52	132,25	69,72
7	21,47	25,1	23,97	30,34	20,84	20	20,36	19,75	8,63
10	33,99	32,35	52,21	46,7	27,89	28,41	23,93	48,18	14,78
21	60,5	51,27	90,39	124,02	28,44	41,73	17,93	12,29	17,99
1,08	2,67	2,6	4,34	5,91	7,09	2,39	1,18	0,77	0,99
41	202,38	179,36	312,55	619,74	206,19	308,54	152,55	159,34	37,02
1,2	4,18	4,25	7,01	13,87	5,41	7,19	3,75	4,4	1,1
0,3	1,22	0,88	1,19	3,96	6,75	1,67	0,77	1,05	2,02
0,2	1,62	1,46	2,21	3,17	1,42	1,49	1	1,67	0,7
1,6	2,82	3,58	6,34	4,08	1,67	1,37	1,2	9,73	1,92
0,5	0,78	1,27	1,46	2,45	0,67	0,96	0,65	0,7	1
1,9	4,03	3,75	6,98	8,09	3,62	2,36	1,71	1,4	1,46
12,2	36,66	31,48	59,73	82,39	20,5	30,99	15,35	12,45	21,62
22,7	76,67	64,51	120,09	187,2	49,75	78,49	37,46	30,38	44,68
2,7	9,04	7,82	13,73	23,53	6,95	10,52	4,98	4,47	4,97
10,9	36,55	31,51	53,97	91,92	30,9	45,99	21,53	21,59	18,28
2,29	7,45	6,54	10,11	16,6	7,02	9,39	5,14	6,23	3,11
0,76	2,42	1,94	2,78	4,43	2,16	2,7	1,74	2,03	0,77
2,17	7,24	6,64	10,49	13,24	6,48	8,08	5,18	7,12	3,39
0,33	1,15	0,99	1,55	1,81	0,98	1,12	0,79	1,23	0,5
2,02	6,21	5,92	9,13	8,99	5,4	5,74	4,51	8,06	2,7
0,36	1,23	1,15	1,81	1,72	1,11	1,02	0,89	1,67	0,51
0,92	3,15	2,99	4,81	4,09	2,65	2,42	2,13	4,7	1,31
0,13	0,43	0,42	0,68	0,54	0,34	0,32	0,27	0,67	0,18
0,87	2,53	2,45	4,15	3,18	1,98	1,77	1,66	4,07	1,02
0,11	0,36	0,35	0,58	0,44	0,28	0,23	0,23	0,59	0,14

4-9 – (4), (5-8) (9) ; 10-13 – (14, 15) (16, 17); 18-20 – (21), (22) (23); 24-25 – ; 26 – ; 27 –

	19	20	21	22	23	24	25	26
SiO <sub>2</sub>	43,46	45,77	45,63	45,77	67,2	42,72	46	75,12
TiO <sub>2</sub>	0,85	1,38	0,33	1,09	0,93	0,46	2,71	0,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,75	9,69	4,5	11,19	16,23	7,48	13,19	12,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,28	5,42	6,01	7,1	0,98	5,54	5,76	0,72
FeO	6,9	12,3	7,47	7,8	2,04	4,89	9,21	1,72
MnO	0,16	0,21	0,15	0,2	0,06	0,16	0,2	0,04
MgO	24,5	12,4	23,45	9,03	1,36	25,62	7,16	0,92
CaO	5,09	8,29	3,72	11,49	1,49	4,53	8,78	0,51
Na <sub>2</sub> O	0,3	2,4	0,36	1,8	6,6	0,06	0,81	4,74
K <sub>2</sub> O	0,07	0,05	0,15	0,14	1,18	0,02	0,15	1,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,21	0,04	0,1	0,19	0,09	0,23	0,06
	100,24	99,85	98,77	99,35	99,4	99,98	98,9	99,56
Li	10,37	152,04	–	27,03	–	–	27,86	4,13
Rb	2,32	0,49	5	4,08	27	–	0,08	35,96
Cz	0,71	0,02	–	0,08	–	–	0,001	0,38
Sr	50,66	174,27	50	143,55	100	–	538,07	393,19
Ba	50,64	44,05	–	30	–	–	6,63	197,79
Sc	15,88	24,14	–	39,88	–	–	44,76	4,07
V	133,48	215,06	190	287,5	4	98	427,15	46,48
Cr	3062,3	1314,83	34	210,79	30	1825	68,32	61,48
Co	107,86	72,24	35	52,3	15	79	37,78	68,41
Ni	967,15	401,33	27	141,45	20	798	80,14	41,52
Cu	65,71	65,5	–	130,17	–	–	52,2	73,72
Zn	69,72	89,12	–	72,91	–	–	111,76	64,55
Ga	8,63	15,13	–	16,9	–	–	21,14	9,41
Y	14,78	17,2	17	23,55	6	8	45,61	17,23
Nb	17,99	26,82	–	5,02	13	8	10,73	6,36
Ta	0,99	1,29	–	0,33	–	–	0,63	0,24
Zr	37,02	68,6	95	56,75	120	35	73,92	21,03
Hf	1,1	1,83	–	1,64	–	1	2,68	0,86
Mo	2,02	1,24	–	1,16	–	–	0,79	0,69
Be	0,7	0,72	–	0,34	–	–	0,53	1,11
Pb	1,92	0,49	–	3,14	–	–	11,68	0,15
U	1	0,88	–	0,49	–	0,2	12,12	1,9
Th	1,46	1,8	–	0,43	–	0,4	1,18	0,05
La	21,62	15,64	–	4,26	–	3,9	11,55	18,99
Ce	44,68	33,54	–	10,91	–	7,5	28,89	42,15
Pr	4,97	4,09	–	1,62	–	1,4	4,11	5,68
Nd	18,28	17,47	–	8,1	–	6,2	19,21	24,36
Sm	3,11	3,73	–	2,45	–	1,52	5,59	5,65
Eu	0,77	1,11	–	0,87	–	0,42	1,84	1,68
Gd	3,39	3,61	–	3,1	–	1,84	6,61	4,82
Tb	0,5	0,55	–	0,56	–	0,29	1,11	0,64
Dy	2,7	3,2	–	3,74	–	1,78	7,21	3,19
Ho	0,51	0,59	–	0,83	–	0,37	1,52	0,62
Er	1,31	1,55	–	2,33	–	1,03	4,2	1,46
Tm	0,18	0,21	–	0,35	–	0,13	0,61	0,2
Yb	1,02	1,23	–	2,12	–	0,81	3,65	1,15
Lu	0,14	0,18	–	0,32	–	0,11	0,64	0,18

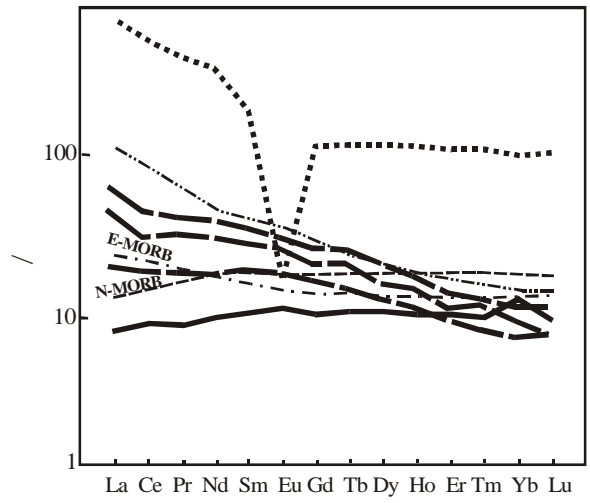
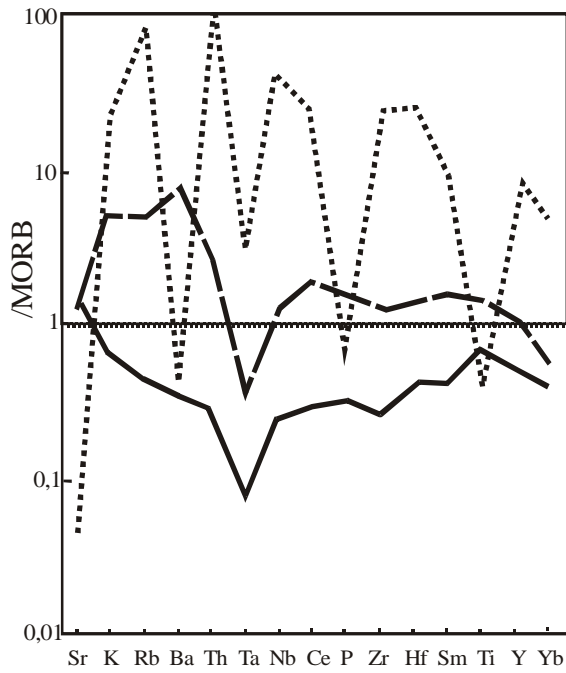
[ , . . . , 1990], ; 28 – (?), . . . ; 29 – [ . . . , 2001]; 30 – , . . . , 31 – , 32 – [ . . . , 1977].

27	28	29	30	31	32	33	34	35
72,57	61,49	56,65	34,18	38,98	46,28	48,46	50,73	65,51
0,48	1,23	0,91	0,11	0,11	0,14	0,32	1,81	1,15
10,44	11,86	15,28	1,89	2,81	6,7	18,69	14	15,24
3,78	0,11	0,79	10,03	4,25	1,1	1,27	6,44	1,73
1,74	5,4	5,75	2,77	6,85	9,43	3,91	3,01	1,41
0,04	0,09	0,15	0,09	0,15	0,08	0,09	0,15	0,06
2,43	12,43	9,72	33,68	33,29	21,64	9,46	7,31	0,48
0,91	0,27	6,05	1,1	0,73	7,6	13,55	4,92	1,8
0,12	0,36	1,75	0,05	0,05	0,18	1,5	4,88	4,56
4,55	0,03	0,15	0,09	0,02	0,03	0,12	0,99	5,54
0,1	0,28	0,26	-	-	-	-	0,18	0,32
99,36	99,76	99,49	100,62	100,11	99,92	99,94	100,17	99,47
9,13	-	23,24	-	-	-	-	-	-
303	-	2,22	-	-	-	-	15	-
1,17	-	0,08	-	-	-	-	0,2	-
6,11	-	171,92	-	-	-	-	119	-
23,94	-	18,1	-	-	-	-	142	-
0,88	-	41,63	-	-	-	-	39	-
9,41	-	253,16	-	-	-	-	185	-
90,05	-	547,9	-	-	-	-	125	-
7,11	-	41,11	-	-	-	-	39	-
42,99	-	219,36	-	-	-	-	183	-
6,23	-	30,41	-	-	-	-	67	-
128,53	-	67,69	-	-	-	-	97	-
39,71	-	15,8	-	-	-	-	19	-
261,58	-	17,31	-	-	-	-	28	-
351,13	-	2,71	-	-	-	-	18	-
10,74	-	0,23	-	-	-	-	0,82	-
1864,99	-	25,77	-	-	-	-	78	-
43,07	-	1,03	-	-	-	-	1,84	-
1,29	-	0,77	-	-	-	-	0,2	-
8,95	-	0,29	-	-	-	-	0,7	-
6,44	-	7,59	-	-	-	-	1,5	-
7,23	-	0,09	-	-	-	-	0,3	-
58,3	-	0,22	-	-	-	-	1	-
189,87	-	1,9	-	-	-	-	12,2	-
393,33	-	5,31	-	-	-	-	20,3	-
43,05	-	0,82	-	-	-	-	3,3	-
157,24	-	4,48	-	-	-	-	15,5	-
29,26	-	1,6	-	-	-	-	4,67	-
1,02	-	0,64	-	-	-	-	1,62	-
28,86	-	2,08	-	-	-	-	4,56	-
5,41	-	0,39	-	-	-	-	0,8	-
36,6	-	2,68	-	-	-	-	4,15	-
8,08	-	0,58	-	-	-	-	0,82	-
22,44	-	1,68	-	-	-	-	1,87	-
3,44	-	0,25	-	-	-	-	0,3	-
20,63	-	1,57	-	-	-	-	1,54	-
3,2	-	0,23	-	-	-	-	0,18	-

- ; 30-33 - -  
, 33 - ; 34 - ,



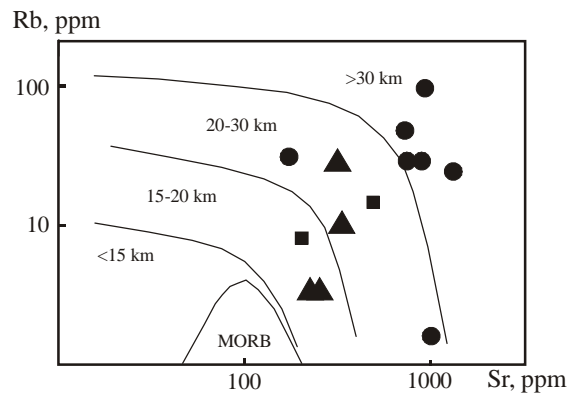
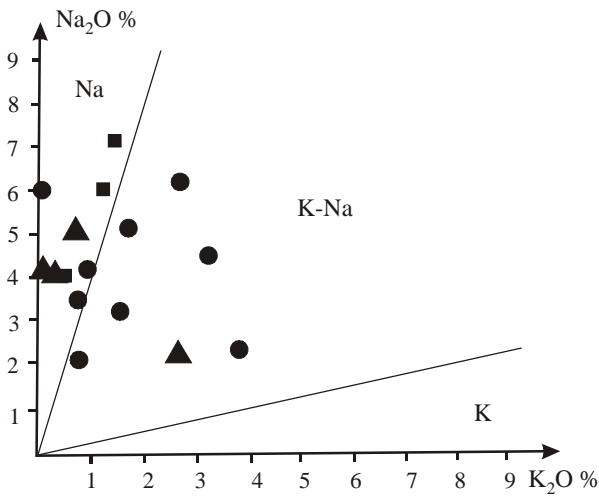
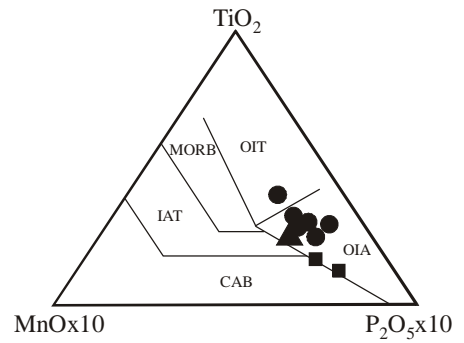
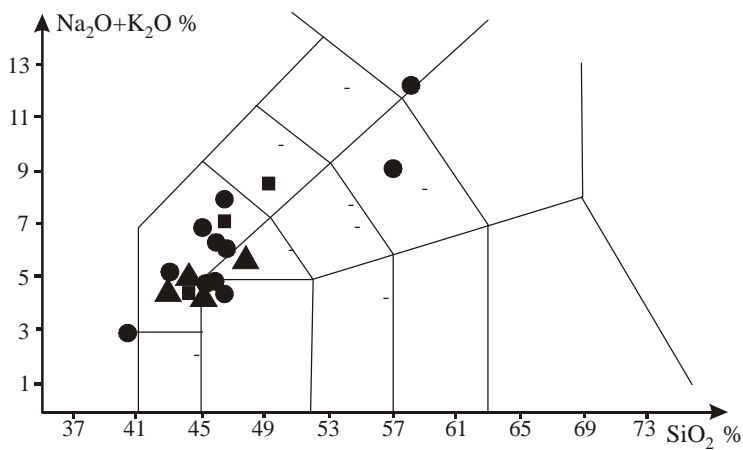
(REE) (193-202 / ), Zr (230-270 / )  
 Sr (114-2328 / ), Rb (6-22 / ), Cr (56-198 / ).  
 REE  
 [Barberi, 1975]:  $(La/Yb)_N = 5,11-5,61$ ,  $Zr/Nb = 11,16-11,77$ ,  $Ce/Y = 1,55-1,8$ .  
 ( . . 2).  
 1904 .  
 ( . . 1, . . 3).  
 [1986] Pb-Pb  
 $- 630 \pm 20$  .  $(^{207}Pb/^{206}Pb = 0,059)$ ,  
 [1989] Rb-  
 Sr  $- 621 \pm 12$  .  
 $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,7027 \pm 0,0004$ .  
 9,5 2,5  
 (?).  
 ( ?) .



— 1      ..... 2      - · - · 3  
 . 3.      -      (1),  
 -      (2)      (3) (  
 . 2.      [2001]).

Ta/Yb – Th/Yb  
 ( . . . 8) « »  
 E-MORB.  
 [2002]  
 [1969], . . . [1969 ]  
 [1969 ]  
 . M. [Beck-  
 holmen et al., 2004] 398±37  
 Sm-Nd K-Na K ;  
 REE ( . 3).

[1969 ] 450 [2001] -  
 517 513 K-Ar  
 REE, ( U, Th, Zr Nb) [ REE  
 (Rb-Sr ) 642 (U-Pb 603±12, 586±12) [ 6-7. La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub>  
 ) [ , 2004],  
 K-Ar 422±12  
 1969 ; , 1969 [ , 2001],  
 [ , 2001] ;  
 [ , 1980],  
 [ , 1975].  
 , 2001; , 2002].  
 , 1980; , 2002],  
 REE ( 102 /  
 440 / ), Zr ( 153 /  
 620 / ), Rb ( 0,3 /  
 30 / ),  
 Sr (169-320 / )  
 2002]. [ Cr (218-420 / ),



▲ 1 ● 2 ■ 3

. 4.  
(3)

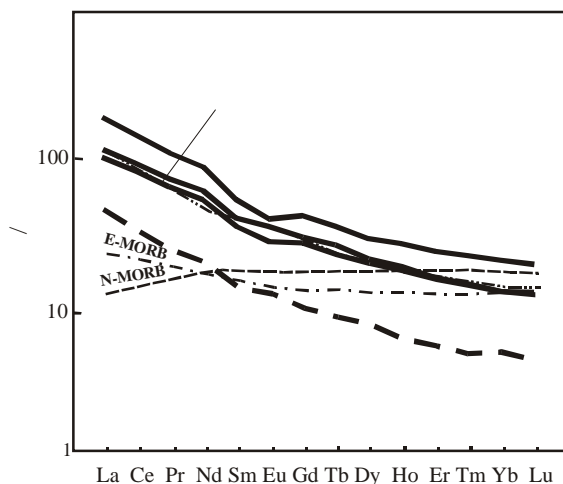
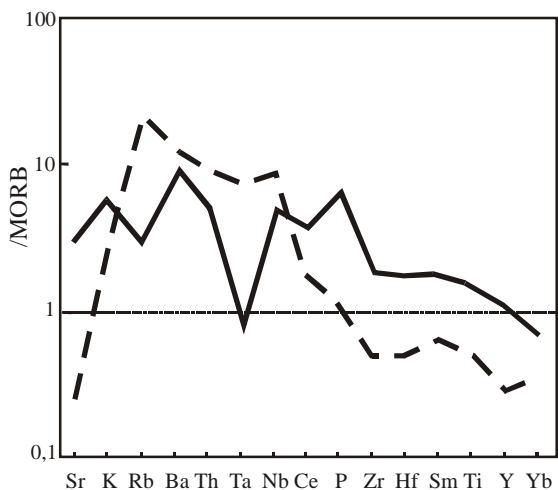
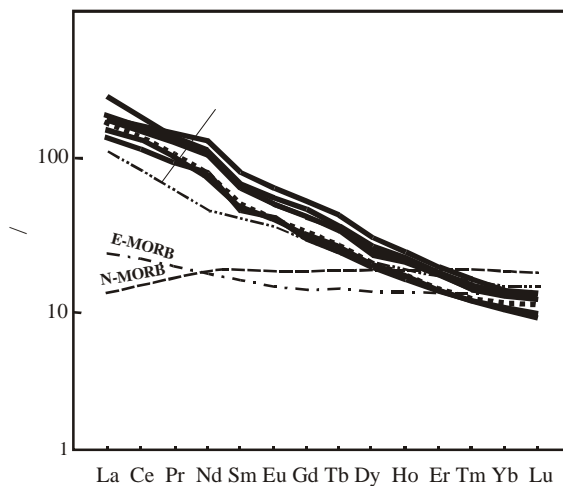
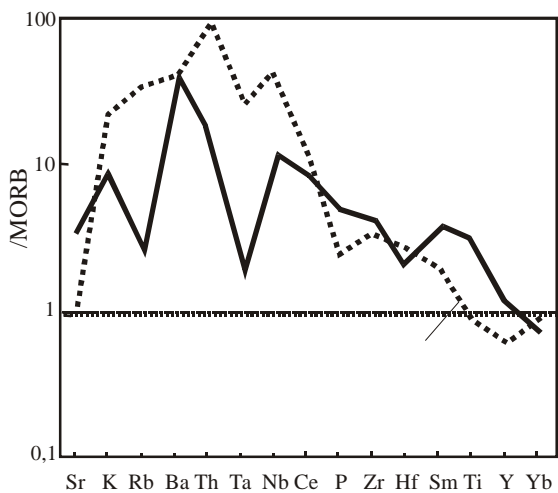
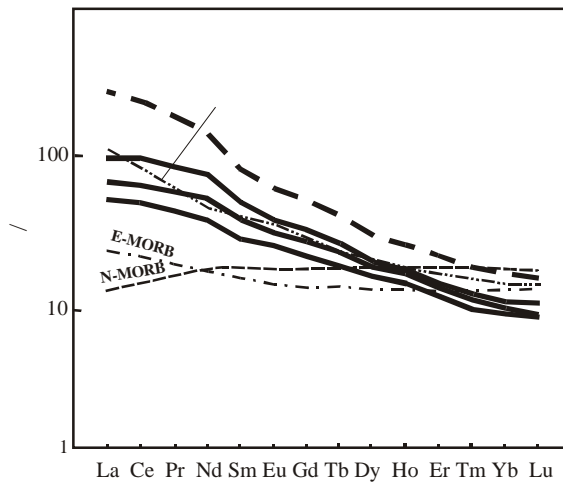
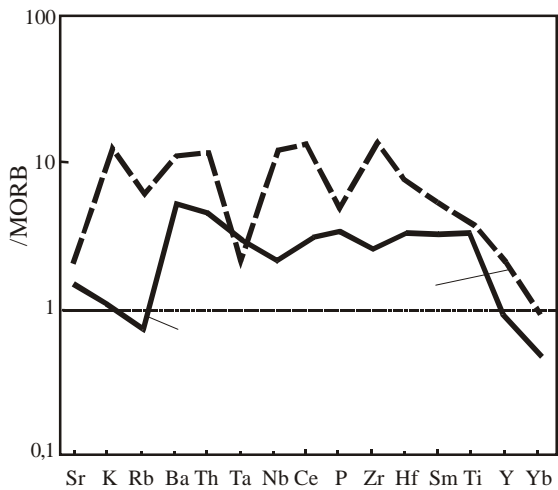
(1),

(2)

-

. 2.

27 / Cr ( . 4, 5).  
 $\text{La}_N/\text{Yb}_N$  4,86 - [ , , 1997].  
 16,54 -  
 , Zr/Nb = 5-8,5, Ce/Y = 1,57-4. ( . 4),  
 REE, -  
 , (HREE) [ , 1980,  
 2002; , 1980; , 2002]. -  
 ;  
 (LREE) -  
 REE -  
 , HREE -  
 , K-Ar -



.5.  
( , )

( , ), ( , )

.2.

Rb-Sr [ .., 2002]. Sm-Nd ( ) , 626±57 .

[ .., 1999].

559±16 [ , 569±42 - - - - -

.. [ .., 2001]. - - - - -

.. , - . - - - - -

.. , - . - - - - -

.. [ .., 2002], - - - - -

( . . 4 5). - - - - -

REE (165-294 / ), Zr (179-313 / ) Sr (368-451 / ), Rb (9-16 / ) Cr (17-152 / ). - - - - -

REE (222-379 / ), Zr (274-410 / ), Sr (731-1288 / ) Rb (23-87 / ). Cr - - - - -

70 445 / . REE - - - - -

REE Eu, , , - - - - -

La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> 8,72 10,63. Zr/Nb = 3,3-3,9, La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> 6,21 7,16, - - - - -

Ce/Y = 3,4-4,2. REE Zr/Nb Ce/Y , - - - - -

, 3,4-3,5 2-2,3. [2002] - - - - -

Sr (166,4 / ). - - - - -

[ .., 1980] - - - - -

.., 2002; .., 2002]. - - - - -

.. (?.) [ - - - - -

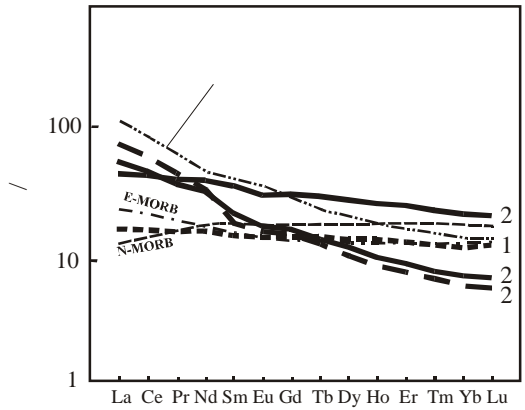
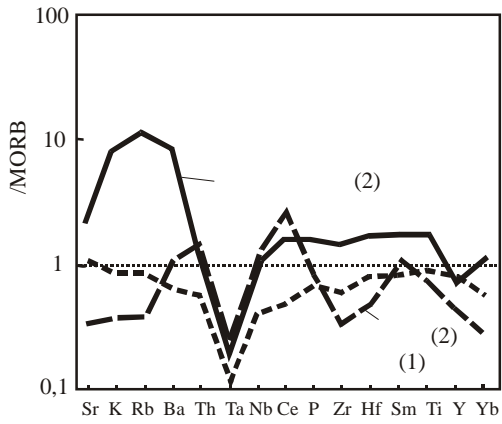
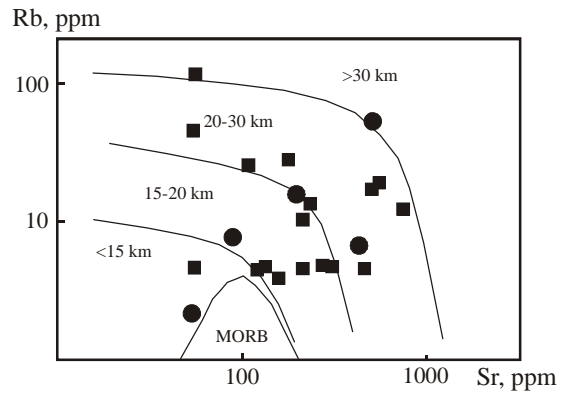
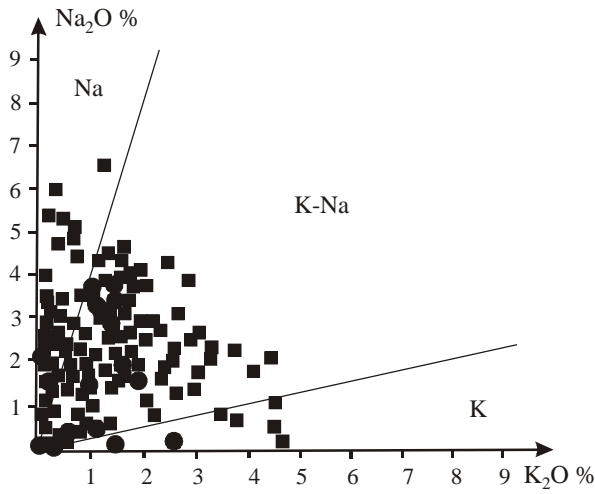
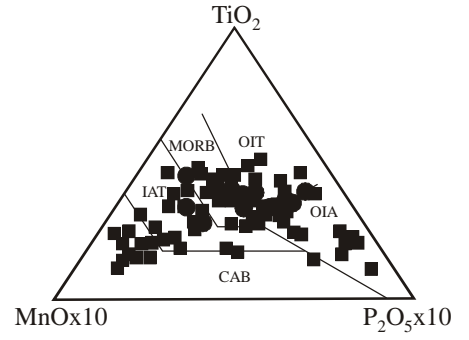
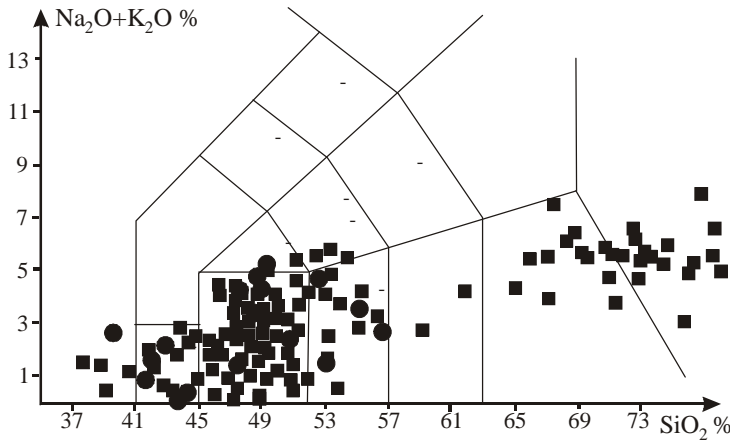
.., 2002]. - - - - -

Rb-Sr - - - - -

608±3 (I<sub>Sr</sub> = 0,7033±3), - - - - -

Sm-Nd - - - - -

. . . , . . . , . . .  
 , - - - 2 - -  
 - - - 671±7,5  
 - [ ., 1999].  
 - , ,  
 - , ,  
 - ,  
 - K-Na K -  
 , - , ,  
 ( . . 1, . 6). - , ( . 6).  
 - ,  
 K-Na ,  
 Na K -  
 REE -  
 , , ( , ),  
 87  
 105 / . Zr, Sr Rb - -  
 , , , 37-160, 51-495 0,5- -  
 50 / .  
 Cr (200-3062 : REE -  
 / ) Ni (72-967 / ). 41,6 / , Zr, Sr Rb -  
 REE - 57, 144  
 4 / . Cr Ni, , -  
 , - (211 141 / ). -  
 REE -  
 , - ( . . 6) -  
 . - MORB ( $La_N/Yb_N = 1,92$ ,  $Zr/Nb =$   
 $11,3$ ,  $Ce/Y = 0,46$ ).  
 $La_N/Yb_N$  6,1 8,5; -  
 $Zr/Nb$   $Ce/Y$  , -  
 , 2,51-2,56 1,95-3,02. - / . , -  
 $La_N/Yb_N$  2,49, 25 - [ ., 1999].  
 $Zr/Nb$   $Ce/Y$  12,92 0,3, -  
 E-MORB. - (?).  
 REE -  
 - , -  
 [ ., 2002].  
 E-MORB, REE. -  
 , - , -  
 , - , -  
 . 250 , -  
 4,5 , (40-  
 80°). -  
 , :



■ 1 ● 2

. 6.

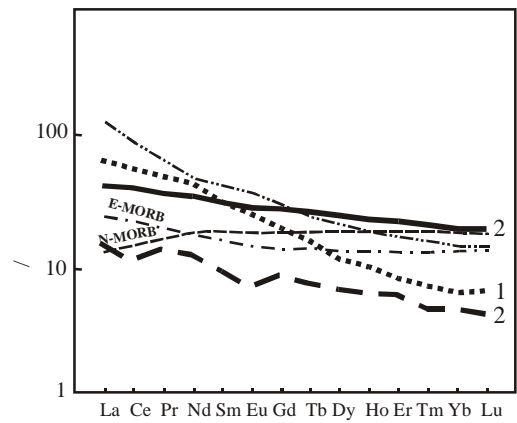
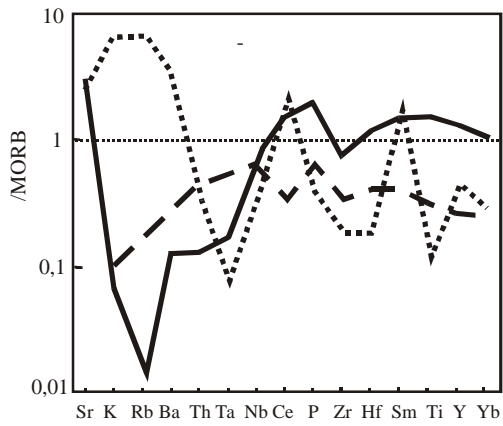
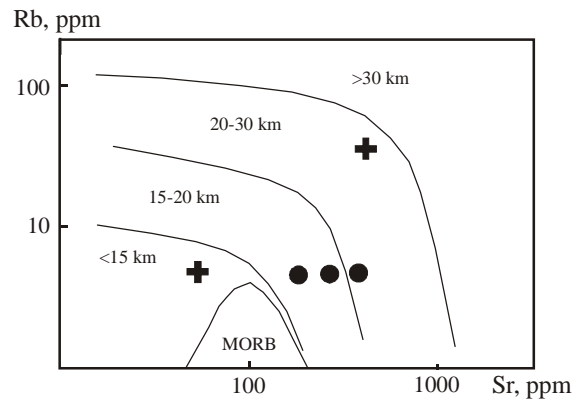
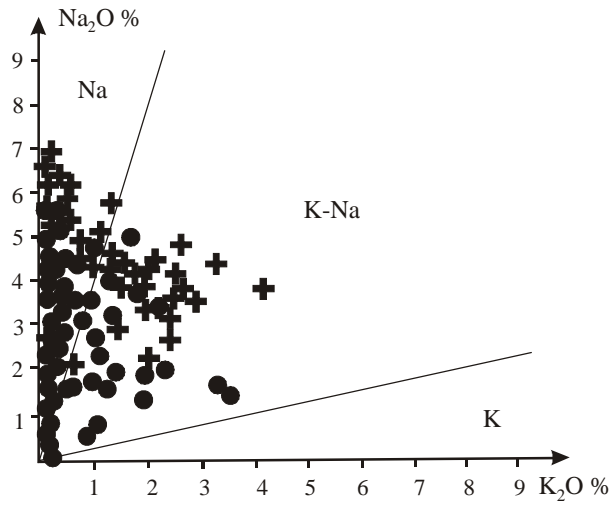
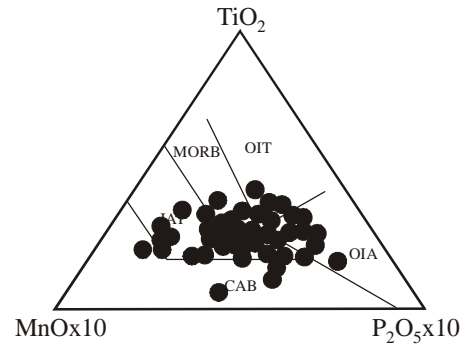
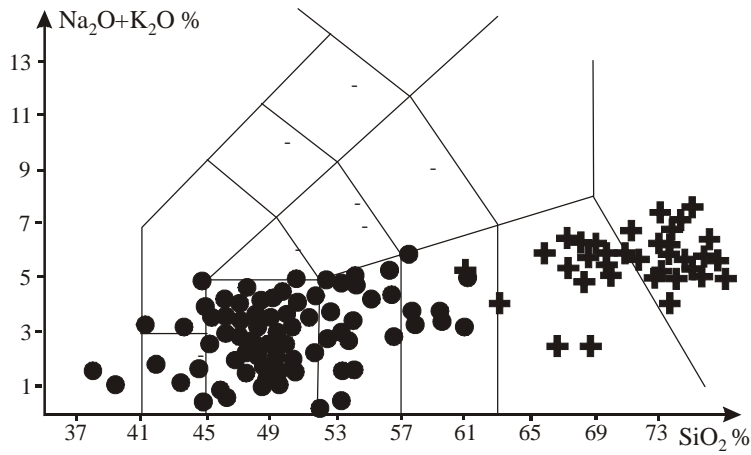
(1)

(2)

. 2.







⊕ 1 ● 2

. 7.

(1)

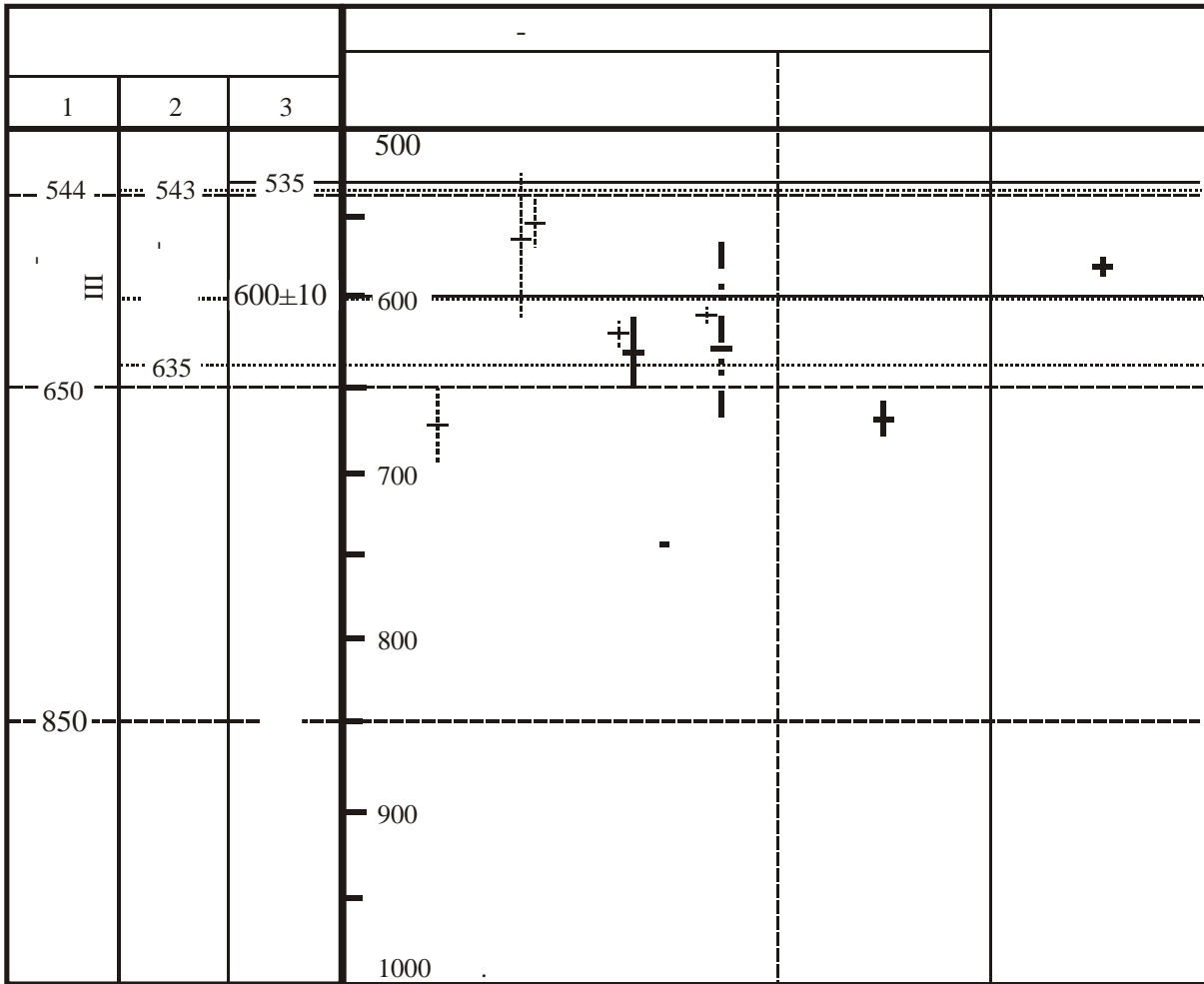
(2)

. 2.

( $\epsilon_{Nd}$  +4,4 +5  $\epsilon_{Sr}$  -15 -20),

. . . , . . . , . . .  
 ( ) ,  
 (  $\epsilon_{Nd} = +2,9$   $\epsilon_{Sr} =$  ) Ta/Yb  
 -9,4). REE, ( 0,2)  
 [ , , 1997],  
 ( ) .  
 [2000]  
 Th/Yb-Ta/Yb ( . 8),  
 3  
 E-MORB.  
 E-MORB  
 (WPB)  
 WPB.  
 Ta Th.  
 REE, Zr, Y, Ti  
 REE  
 Rb-Sr Sm-Nd ( . 9). U-Pb,  
 K-Ar  
 REE;  
 MOR ,





1  
 2  
 3

. 9.

: 1 – Rb-Sr ; 2 – Pb-Pb  
 ; 3 – Sm-Nd  
 [ , 1986]; [ , 1989]; [ , 2001]; [ , 1999];  
 [ , 1999]; [Beckholmen et al., 1999].  
 C  
 (1 – [Plumb, 1991]; 2 – [Knoll et al., 2004]; 3 – [ , 2000]).

750

680-670

REE

, , 680-670 . -  
 , - -  
 - - -  
 REE, MORB, - -  
 , - -  
 . 625-610 . : -  
 REE -  
 , , -  
 , - , -  
 - - -  
 [ , 1989; REE, MORB, -  
 ., 2001]. 570 550 . -  
 570 550 . 625 610 . -  
 , - -  
 . - , -  
 , , - -  
 2. « » 570-550 , -  
 , , - -  
 - . , -  
 - , -  
 - 750 -  
 . - -  
 - - -  
 , - -  
 (« » ); ( ) -  
 - -  
 (« » ). . -







590 (Rb-Sr) 630 566 609-  
 1989; 620±18 [650±20  
 620±15 1991  
 [1964], 650±20, 1978, 1996; ..., 2004, ]  
 [1991; 1993].  
 (600±10) [2000].  
 [Plumb, 1991] 608-630 (?)  
 1990- (cap dolomite), [Knoll  
 et al., 2004]  
 650 [Knoll et al., 2004]  
 III (~ 608 )  
 4. 1982],  
 ( 600 545-535 )  
 [2000]

4

5



. . . , . . . , . . .  
 - - : , 2002.  
 . 124-146.  
 . . .  
 ( ) // -  
 . 2001. . 3. . 13-44.  
 , . . .  
 . . . // -  
 : , 1975. . 10-33.  
 . . . : , 1990. 243 .  
 « ( 03-05-64121) . . . -  
 » ( -85.2003.5), :  
 // : , -  
 7 « , , -  
 : » . , 2002. . 200-203.  
 . . .  
 . . . ( Sm-  
 Nd Rb-Sr )// . 1999. . 369. 6.  
 . . . , 1982. 140 . . 809-811.  
 // . . . -  
 . . . 2. -  
 : , 1980. . 33-47. // . 2001. . 9. 5. . 480-503.  
 . . . / : . . . -  
 , 2001. 108 . . : , 2004. 299 .  
 . . . : , 2000. 256 . // :  
 . . . ( ) .  
 : , 1990. . 62-64.  
 . : , 2004. 144 . : . . . , 1991. 60 .  
 ( ) // / . . . :  
 . . . , 1964. . 431-455. , 1991. 75 .  
 . . . : , 1986. 147 .  
 ( - ) // -  
 . 2005 . 3. . 267-280. // . 2002. 3. . 46-68.  
 . . .  
 . . . // . 2005 . // ,  
 . 401. 6. . 784-788. . I. : . II .  
 . . . , 1969. . 301-304.  
 . . . : , 1983. 223 .  
 . . . :  
 // . . . 3. -  
 : , 1980. . 30-46. // -2002.  
 . . . : , 2003. . 70-82.  
 // , . . .

- ( ) // -2003. , 2001. . 129-137.
- : , 2004. . 65-86. -
- .. , 1978. 204 . -
- 1 : 200 000. // -
- 40-XVIII. : , 1999. 268 . -
- .. « -
- : , 2000. 146 . »: , 1996. . 74-82.
- .. - *Barberi F., Ferrara G., Santacroce R.* A transitional basalt-pantellerite sequence of fractional crystallisation, the Boina centre (Afar rift, Ethiopia) // *J. Petrol.* 1975. 1. P. 65-78.
- : , 1989. . 107-110. -
- // - *Beckholmen M., Petrov G., Larionov A.* Rifted margins of Baltica in the Scandinavian Caledonides and the Uralides // *EUG-10. Abstracts.* Cambridge publ., 1999. . 93.
- .. 3. : , - *Beckholmen M., Glodny J.* Timanian blueschist-facies metamorphism in the Kvar Kush metamorphic basement, Northern Urals, Russia // *The Neoproterozoic Timanide orogen of Eastern Baltica.* London: Geol. Soc. Mem., 2004. V. 30. P. 125-134.
1980. . 3-29. // - *Condie K.C.* Archean magmatism and crustal thickness // *Geol. Soc. Am. Bull.* 1979. V. 84. 9. P. 2981-2992.
- .. : // - *Knoll H., Walter M.R., Narbonne G.M., Christie-Blick N.* A new period for the geologic time scale // *Science.* 2004. V. 305. P. 621-622.
- .. 1993. . 1. 1. . 6-20. -
- .. , - *Le Bas M.J., Le Matre R.W., Streckeisen A., Zanettin B.* A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram // *J. Petrol.* 1986. V. 27. 3. P. 745-750.
- .. // - *Mullen E.* MnO-TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1983. V. 62. 1. P. 41-58.
- .. 2000. . 95-107. - *Plumb K.A.* New Precambrian time scale // *Epi-sodes.* 1991. 14. P. 139-140.
- .. // . 1991. 4. . 3-16. - *Rybalka A., Petrov G., Juhlin C. et al.* Crustal structure of the Middle Urals and East European Craton Transition Zone based on reflection seismic data // *32 IGC. Abstracts.* Florence, 2004. P. 1007.
- .. III. : , 1969 . . 134-143. - *Sun S.-S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for the mantle composition and processes // *Magmatism in the oceanic basins.* London: Geol. Soc. Spec. Publ., 1989. P. 313-345.
- .. II : , 1969 . . 318-326. - *Taylor S.R., McLennan S.M.* The continental crust; its composition and evolution. Cambridge: Blackwell, 1985. 312 p.
- .. ( , - *Wedepohl K.H.* Tholeiitic basalts from spreading oceanic ridges: the growth of oceanic crust. *Naturwissenschaften*, 1981. 68 p.
- .. / , 1983. 184 . -
- .. 1 : 200 000. -40- *XVII.* : , 1997. 320 . -
2002. 172 . // -