

551.21+552.11

450000, . . . , 16/2

E-mail: ig@anrb.ru

14 2005 .

(D<sub>1</sub>ems)-  
(D<sub>1</sub>ems-D<sub>2</sub>)  
(D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>) -

**PETROLOGICAL-GEOCHEMICAL FEATURES  
OF THE EARLY DEVONIAN-EIFELIAN ISLAND-ARC VOLCANICS  
OF THE MAGNITOGORSK ZONE IN A GEODYNAMIC CONTEXT**

**A.M. Kosarev, V.N. Puchkov, I.B. Seravkin**  
*Institute of Geology, Ufa Research Centre of RAS*

An analysis of trace elements has been done for basalts and at lesser extent – for intermediate and acid volcanics of the Lower Devonian (Emsian) and Eifelian in the Magnitogorsk zone (Southern Urals) with the aim of their better geodynamic interpretation. The volcanic complexes of the Magnitogorsk zone (Emsian to Famennian in age) were formed under the influence of an east-dipping subduction zone and belong to an ensimatic arc which undergone an evolution from pre-island arc stage to maturity. Three complexes were formed during the time under discussion: Baymak-Buribay (Upper Emsian), corresponding to conditions of pre-island arc local tension, Upper Tanalyk, forming in condition of an early island arc, under moderate compression, and Irendyk, which accumulated in conditions of a developed island arc under progressive compression. Good state of preservation, weak deformation and metamorphism of the Magnitogorsk paleovolcanic belt and also availability of quantitative geochemical analyses for volcanics permitted to make geodynamic reconstructions elucidating the



.., 2003].  
 [ .., 1987] [ .., 2000].  
 (TiO<sub>2</sub> – 0,68 %, MgO – 9,6 %, Ba – 79 / , Zr – 36 / , Nb – 0,75 / , La – 2,89 / , Yb – 2,15 / , Th – 0,51 / )  
 (D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>),  
 [ .., 1992; Spadea et al., 1998; [ .., 2002].  
 (b-br<sub>1-2</sub>)  
 (b-br<sub>3</sub>)  
 (D<sub>1</sub>),  
 « .. »  
 [ .., 1985; .., 2001].  
 (D<sub>1</sub>ems)  
 (D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>); [ .., 1992; Spadea et al., 1998; .., 2001].  
 (D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>),  
 (D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>-D<sub>2</sub>e<sub>1</sub>),  
 (b-br<sub>1</sub>).  
 (b-br<sub>3</sub>)  
 [ .., 1992].

(Rb, Cs, Ba) Cr,

(b-br<sub>2</sub>) ( . 1 , , 2 ).

), ( Cr-

[Spadea et al., 1998, 2002; , 2001]. 15-30 % [Baily et al., 1989; , 1997; Spadea et al., 1998, 2002].

[Baily et al., 1991] (5-10 %)

[ , , 1988]. ( . 1 , ; 3 )

( . 1, . 4 )

Mg# = Mg/(Mg + Fe) 60 77, Zr-Hf ( . 1, . 2V)

MgO 7,6 18 %. Nb, Ta, Zr,

Cr (42-445 / ), Ni (98- N-MORB , Rb,

290 / ), FeO (6,7- Ba, K, Sr, P, [

10 %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (11,2-15,5 %), Zr (22-44 / ), Nb (0,72-0,75 / ). ., 1987].

La/Yb (0,7-1,98). (Cs, Rb, Ba, K), Sr Th

(Nb, Zr, Hf)

[ ..., 1987; , [ , , 1987],

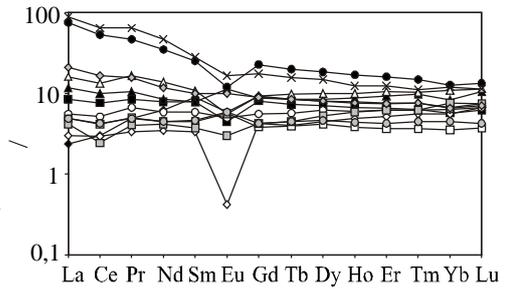
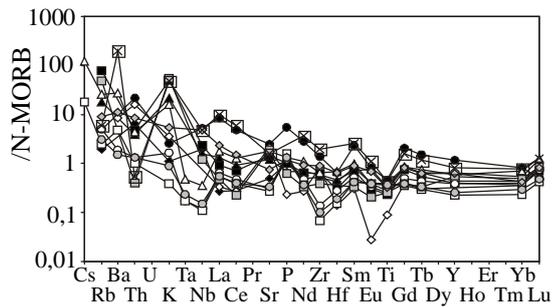
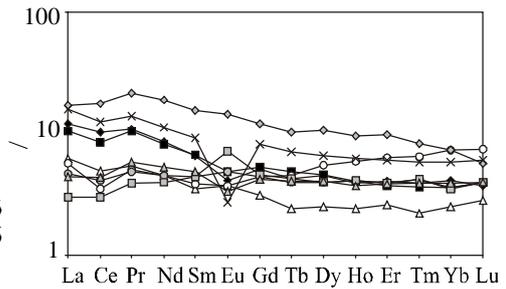
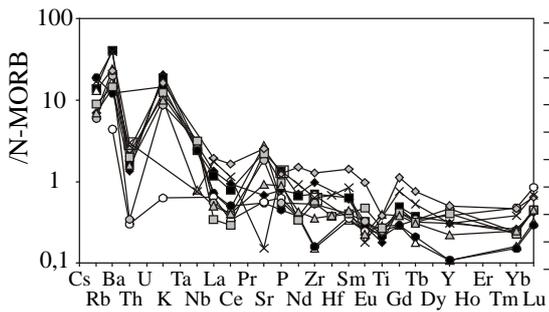
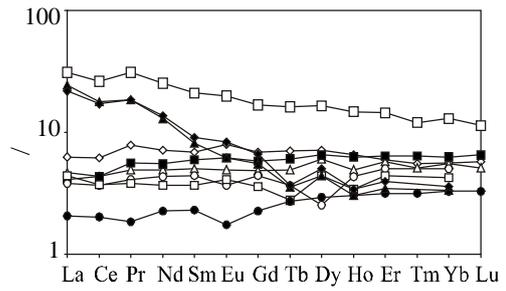
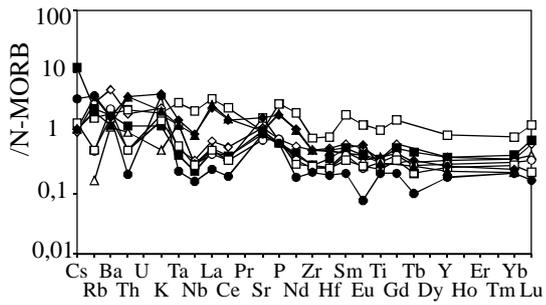
(SiO<sub>2</sub> – 53-60 %, MgO – 8-14 %, Cr – 33-941 / , [ , , 1987],

Zr – 19,5 / , Nb – 0,38 / ) ( ),

(La, Ce, Pr, Nd)

La/Yb (0,9- (15-30 %)

1,5). K, ( . 3 ).



1. , N-MORB [ , 1976]

1987] ,

(D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>) -2v, -4 - -

(b-br<sub>1</sub>); -6, -6V, -10 - (b-br<sub>2</sub>); -21, -26, -27

(b-br<sub>2</sub>); -38, -40 - (b-br<sub>3</sub>).

(D<sub>2</sub>ems<sub>2</sub>vtn) ; 3632/147 - ; 3632/237 - ; 3632/561,

3632/547,5 - ; 3632/390 - ; 097/5, 097/6 -

; 8501 /1016 - , 8501/1170,6 - ;

3039/622 -

(D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>-D<sub>2</sub>e<sub>1</sub>ir). - : 80/101, 80/113 - -

054/1, 50/1 - (ir<sub>3</sub>), ;

(ir<sub>3,4</sub>), - ;

(ir<sub>1,2</sub>); 48 - (ir<sub>3</sub>), ;

(ir<sub>3</sub>); -108, -24, -637/342 - (ir<sub>4</sub>), ;

; 095/1 -

12470/1 - (ir<sub>2</sub>); -3081 -



( . %) ( / )

	D <sub>1</sub> ems <sub>2</sub>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-2V	-4	-6V	-6	-10	-21	-27	-38	-40	-41
SiO <sub>2</sub>	54,04	52,8	50,9	51,5	52,54	52,5	59,38	48,54	42,28	64,98
TiO <sub>2</sub>	0,51	1,51	0,5	0,53	0,45	0,33	0,29	0,44	0,63	0,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,59	16,43	13,1	14,4	14,38	11,47	10,31	13,31	13,54	17,63
FeO	7,23	12,2	10,2	8,0	9,03	8,23	6,25	7,87	8,46	3,98
M	0,11	0,19	0,17	-	0,16	-	0,16	0,13	0,19	0,06
MgO	8,25	2,37	10,3	9,6	9,84	14,0	9,2	6,71	8,73	1,51
CaO	3,8	4,88	8,8	8,32	7,33	6,7	7,51	12,63	13,8	1,19
Na <sub>2</sub> O	5,93	6,35	3,2	5,54	3,25	2,6	3,32	3,16	3,6	8,65
K <sub>2</sub> O	0,2	0,21	0,1	0,04	0,15	0,12	0,32	0,18	0,34	0,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,38	0,06	-	0,07	-	0,06	0,18	0,17	0,15
	3,27	-	2,5	2,92	2,58	3,5	3,04	6,68	8,28	1,48
Σ	100,0	99,63	102,1	-	-	-	-	99,85	99,8	99,95
Mg#	71,1	25,75	68,95	68,19	67	75,3	73	60,14	64,78	39,78
Li	2,28	4,3	3,97	3,0	1,7	4,1	6,36	9,06	7,9	3,95
Rb	2,97	1,7	2,39	0,16	0,48	0,5	3,9	2,12	3,7	0,36
Cs	0,07	0,19	0,08	-	-	0,01	0,025	-	0,008	-
Be	0,65	0,47	0,3	0,054	-	0,12	0,014	0,5	0,47	0,3
Sr	157	141	143	125	99	229	128	142	229	210,8
Ba	59,2	24,2	22,5	14,4	29	20,5	21,8	15,4	21	14
Sc	-	-	38,5	-	-	-	-	-	-	-
V	179	310	239	189	211	173	132	232	245	17,2
Cr	71,5	35	422	-	445	791	435	254	358	-
Co	29,4	14,5	41,6	28	31	30	28	22	28	2,5
Ni	65,2	12,8	92,8	177	96	186	324	96	115	3,3
Cu	10,1	-	14,7	-	11	-	62	79	112	-
Zn	112	155,8	79,9	69	63	72	55	66	78	95
Ga	14,2	17,2	10,4	10,9	7,9	10,4	6,6	13	14	12,2
Y	13,2	31,5	13,6	12,2	10,6	9,2	6,3	8,0	9,34	20,27
Nb	0,86	5,6	0,57	0,75	0,74	0,72	0,38	2,2	2,3	3,3
Ta	0,09	0,51	0,07	0,23	0,22	0,1	0,039	0,22	0,27	0,29
Zr	44	71	26	24,8	22	23,9	19	44,1	45	76,8
Hf	1,39	2,04	0,94	0,67	0,63	0,63	0,49	1,2	1,27	2,17
Mo	0,18	0,6	0,22	0,026	0,065	-	0,08	0,28	0,19	0,18
Sn	1,14	1,9	0,58	1,3	0,62	0,55	0,47	0,49	0,6	0,64
Tl	0,007	-	0,003	-	-	-	-	-	-	-
U	0,217	0,4	0,130	0,15	0,1	0,05	0,03	0,1	0,14	0,42
Th	0,4	0,46	0,253	0,2	0,1	0,1	0,04	0,77	0,75	0,9
La	2,14	10,5	1,39	1,6	1,3	1,5	0,7	8,26	7,4	15,95
Ce	5,7	24,5	4,04	4,03	3,4	3,46	1,9	16,5	15,87	30,48
Pr	0,94	3,7	0,67	0,597	0,49	0,46	0,22	2,2	2,2	4,0
Nd	4,68	16,3	3,57	3,29	2,8	2,4	1,47	8,5	8,9	16,2
Sm	1,52	4,6	1,31	1,1	0,968	0,8	0,51	1,8	2,0	3,9
Eu	0,65	1,6	0,5	0,4	0,3	0,33	0,14	0,5	0,67	1,2
Gd	2,15	5,26	1,81	1,5	1,36	1,12	0,7	1,7	2,05	4,2
Tb	0,38	0,87	0,33	0,27	0,2	0,15	0,15	0,19	0,2	0,65
Dy	2,42	5,66	2,2	2,06	0,86	1,5	1,0	1,5	1,7	4,1
Ho	0,52	1,17	0,5	0,39	0,34	0,27	0,24	0,24	0,27	0,73
Er	1,38	3,37	1,49	1,33	1,17	0,99	0,7	0,81	0,92	2,07
Tm	0,2	0,43	0,23	0,19	-	-	0,11	-	-	0,22
Yb	1,28	2,96	1,44	1,25	1,13	0,97	0,74	0,76	0,82	1,8
Lu	0,2	0,4	0,23	0,13	0,11	0,07	0,12	0,04	0,05	0,21

1, 3, 16, 23, 24 [Spadea et al., 2002];  
 12, 14, 15, 17, 22, 25, 26, 27, 28, ICP-MS, ; 18-21, 26,  
 1-2 - ; 3, 4, 5 - ; 6,7 - ; 8-9 -  
 15, 16 - ; 13, 17 - ; 14 - ; 18, 20, 28 -

D <sub>1ems<sub>2</sub></sub>							D <sub>1ems-D<sub>2e</sub></sub>				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
3632/561	3632/547,5	3632/237	3632/147	097/5	8501	8501/1170,6	80/101	87/127	054/1	050/1	
49,03	45,04	58,27	69,91	49,88	52,20	62,02	46,92	46,87	50,96	55,79	
0,39	0,29	0,32	0,26	0,35	0,51	0,53	0,55	0,28	0,48	0,64	
13,9	12,61	15,23	12,63	11,65	14,57	15,41	16,22	13,59	18,95	17,38	
11,4	9,9	6,89	3,99	9,6	8,19	6,45	10,17	10,71	8,17	9,64	
0,16	0,19	0,09	0,04	0,14	0,3	0,11	0,13	0,16	0,15	0,15	
12,49	7,33	6,05	1,75	8,14	6,32	3,72	7,9	12,9	5,3	4,86	
3,21	9,8	4,11	3,24	8,97	6,03	2,96	11,73	6,43	7,07	2,04	
2,10	2,26	3,36	4,05	2,16	5,12	4,51	2,34	1,5	1,5	6,48	
0,9	1,17	1,52	1,63	0,69	0,53	0,8	0,09	0,8	1,75	0,21	
0,05	0,04	0,12	0,07	0,049	0,08	0,11	0,09	0,104	0,06	0,49	
5	10,2	3,2	1,9	6,68	7,39	2,48	4,66	4,07	7,81	2,51	
99,94	99,95	99,93	99,92	99,38	101,24	99,37	100,8	97,0	102,24	100,21	
66,1	56,87	60,98	43,43	60,12	64,58	50,55	58	68,23	53,66	47,24	
-	-	-	-	-	11,9	-	-	-	-	-	
13	19	14	7	6	7	-	2	12	18	5	
-	-	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	0,53	-	-	-	-	-	
376	73	314	93	247	127	349	69	181	164	335	
289	145	480	168	239	278	275	-	-	-	-	
29	41	20	15	26	28	12	34	35	33	17	
347	348	198	93	-	150	109	-	-	-	-	
236	200	137	73	176	16	-	121	459	57	17	
49	38	34	18	24	28,4	26	45	45	30	32	
55	35	25	16	82	25	22	38	143	25	3	
61	135	42	19	120	79,6	203	58	108	76	90	
100	107	70	41	62	49,8	91	85	80	86	97	
-	-	-	-	15	11,5	-	15	13	20	29	
4	4	0	11	16	7,7	18	15	16	23	39	
7	6	6	7	8	1,97	0	5	4	4	13	
-	-	-	-	-	0,18	-	-	-	-	-	
13	14	62	85	47	31	113	47	55	54	124	
-	-	-	-	-	0,97	-	1,06	0,83	1,13	1,6	
-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	1,15	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	0,023	-	-	-	-	-	
0,27	-	0,09	0,17	2,09	0,169	0,19	0,71	0,9	1,04	1,65	
0,45	-	0,33	0,27	0,069	0,318	0,49	1,33	0,35	0,78	4,4	
2,12	2,13	3,59	4,1	1,6	1,5	5,8	0,8	10,8	3,94	25,5	
4,6	5,1	7,87	9,5	3,9	4,01	16,5	2,76	20,1	9,3	49,0	
0,64	0,68	1,24	1,29	-	0,7	2,59	0,58	2,27	1,26	5,58	
2,93	3,01	5,32	5,62	-	3,44	12,2	3,99	8,8	5,52	22,3	
0,79	0,88	1,48	1,46	0,97	1,07	3,39	1,96	2,26	1,7	5,57	
0,3	0,34	0,39	0,34	0,39	0,27	1,18	0,48	1,41	0,92	0,97	
0,99	0,99	1,65	1,61	-	1,29	3,77	2,85	3,39	2,72	7,02	
0,13	0,15	0,26	0,23	-	0,22	0,55	0,46	0,54	0,46	1,08	
0,88	0,98	1,58	1,55	-	1,37	3,65	2,74	3,28	2,89	6,2	
0,19	0,2	0,32	0,31	-	0,29	0,76	0,63	0,76	0,69	1,35	
0,61	0,61	0,87	0,94	-	0,9	2,27	1,78	2,23	2,11	3,78	
0,08	0,09	0,13	0,14	-	0,14	0,3	0,27	0,35	0,35	0,53	
0,58	0,53	0,83	0,93	0,83	0,88	1,65	1,5	1,87	1,9	2,83	
0,1	0,09	0,14	0,13	0,14	0,14	0,2	0,26	0,35	0,37	0,47	

2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, ICP-AES, ( ); 4, 11, ( )- ; 10 - ( - ; 12, - ; 19 - ( )- ; 21 - ; 22 -

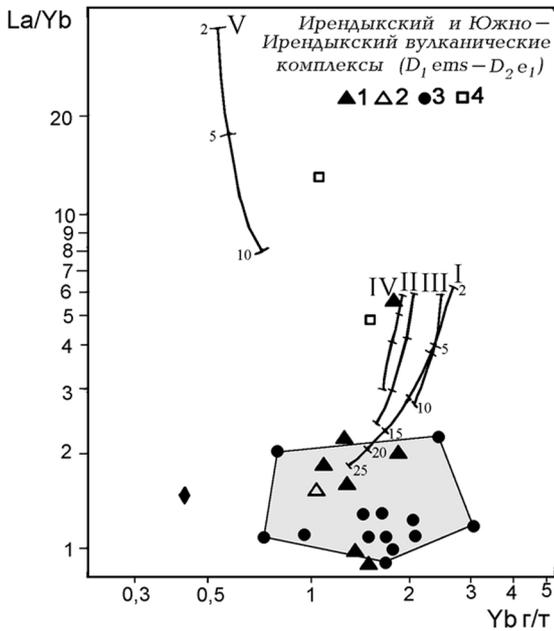
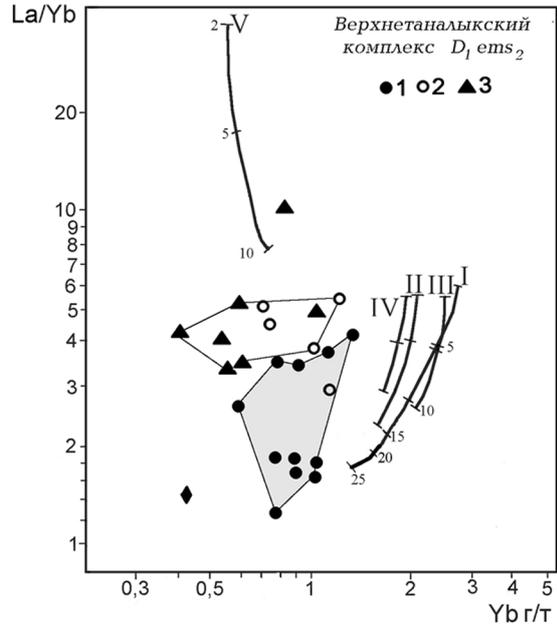
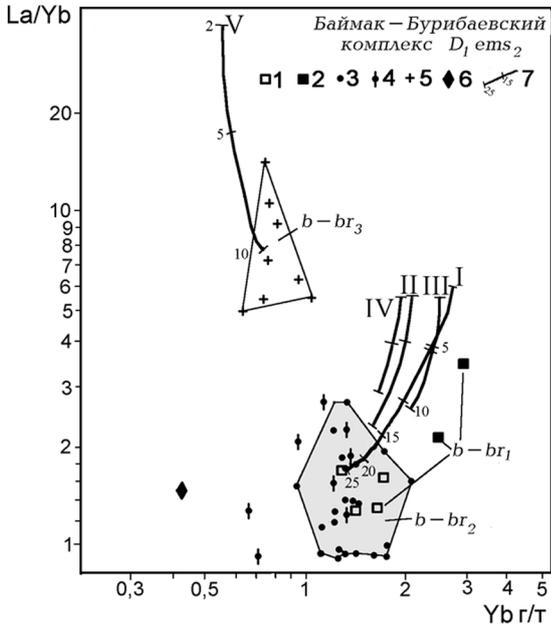
	D <sub>1</sub> ems-D <sub>2</sub> e						
	22	23	24	25	26	27	28
	67	48	-108	-637/342	77	12470/1	3081/735
SiO <sub>2</sub>	56,1	56,92	52,69	47,83	49,9	72,64	46,07
TiO <sub>2</sub>	0,13	0,36	0,51	0,37	0,62	0,6	0,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,3	17,07	16,87	14,16	17,1	14,85	17,88
FeO	7,8	6,74	9,10	12,61	10,55	3,22	12,0
M	0,14	0,14	0,15	0,159	0,17	0,08	0,13
MgO	10,2	3,62	4,90	7,5	4,33	0,48	8,51
CaO	8,52	10,92	12,56	4,64	8,43	0,97	9,01
Na <sub>2</sub> O	2,7	3,95	2,27	1,26	4,02	4,64	2,7
K <sub>2</sub> O	0,28	0,13	0,03	4,4	0,82	3,86	0,09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,11	0,14	0,055	0,16	0,068	0,06
	3,68	-	-	6,9	4,34	0,3	3,05
Σ	99,8	99,96	99,22	99,88	99,97	101,7	100,1
Mg#	69,9	53,69	53,75	51,5	42,35	21,4	58,68
Li	-	3,32	30,02	-	-	-	30,97
Rb	-	5,02	2,46	48	16	6	3
Cs	1,07	0,15	0,13	-	-	-	0,41
Be	-	0,69	0,45	-	-	-	0,7
Sr	290	41	37,0	254	275	215	46,30
Ba	105	22,8	56,9		440	2413	18,5
Sc	51,7	33,1	45,3	33	37	10	50,7
V	-	282	319	385	-	17	347
Cr	280	46,0	112	256	27	23	207
Co	43	18,1	27,3	37	40	17	41,8
Ni	136	22,3	29,9	48	40	16	48,3
Cu	55	110	509	54	50	20	140
Zn	26	54,3	201	116	90	92	89
Ga	-	15,9	11,6	-	-	-	13,1
Y	-	13,6	7,89	19	-	28	9
Nb	-	0,3	0,27	3	-	12	0,37
Ta	-	0,03	0,03	-	-	-	0,04
Zr	73	12	6	33	131	172	9
Hf	0,34	0,7	0,37	-	0,7	-	0,47
Mo	-	0,46	3,06	-	-	-	3,54
Sn	-	1,2	0,71	-	-	-	0,68
Tl	-	0,016	0,06	-	-	-	0,053
U	-	0,223	0,612	0,21	0,8	0,19	0,330
Th	-	0,267	0,2	0,08	3,16	0,11	0,267
La	1,02	1,9	1,66	1,41	14,4	30,1	1,66
Ce	2,7	4,72	3,84	2,29	27,7	60,1	3,93
Pr	0,4	0,79	0,59	0,48	3,13	7,56	0,59
Nd	2,21	3,84	2,88	2,69	12,0	30	2,94
Sm	0,74	1,27	0,99	0,82	3,17	6,23	1,0
Eu	0,034	0,4	0,46	0,25	0,063	1,33	0,47
Gd	1,32	1,72	1,19	1,31	3,89	5,35	1,32
Tb	0,22	0,31	0,21	0,24	0,54	0,84	0,24
Dy	1,5	2,1	1,39	1,78	2,88	4,98	1,55
Ho	0,38	0,47	0,3	0,47	0,59	0,97	0,34
Er	1,2	1,42	0,84	1,46	1,5	2,85	0,99
Tm	0,2	0,22	0,13	0,22	0,21	0,4	0,16
Yb	1,24	1,42	0,81	1,72	1,09	2,74	1,01
Lu	0,23	0,23	0,13	0,26	0,17	0,4	0,15

; 23 - ; 24-25 - ; 26 - ; 27 -

10 1250-1350°  
[Fujii, Scanfe, 1985].  
K, Rb Th  
 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$   
b-br<sub>2</sub>  
0,7031 0,70542 [  
1989; , 1998; Spadea et al., 2002].  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$   
 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$   
0,51230-0,51245, [1989] 0,70297  
0,70573,  
[Spadea et al., 2002].  
( ):  
( *D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>* )  
), b-br<sub>3</sub>  
b-br<sub>3</sub>  
b-br<sub>2</sub>.  
Nb, Hf, Zr, La, Th – Cr,  
(b-br<sub>2</sub>). b-br<sub>3</sub>  
( 3- )  
b-br<sub>3</sub> 5 10,9, La/Yb  
( .1 , .2 , 3 , .1).  
b-br<sub>3</sub>,  
(b-br<sub>2</sub>) (6  
),

K<sub>2</sub>O, La, Zr, Hf, Th.

(b-br<sub>3</sub>) [ .., 2003].



. 3.

Yb La/Yb

(D<sub>1</sub> ems<sub>2</sub> b-br). I-V -

(I-IV)

[Bailey et al., 1989;

(V)

, 1997]. 1 -

(b-br<sub>1</sub>); 2 -

TiO<sub>2</sub>

> 1 %; 3 -

(b-br<sub>2</sub>); 4 -

(b-br<sub>2</sub>); 5 -

(b-br<sub>3</sub>); 6 -

; 7 -

. 1 -

; 2 -

501, 514

; 3 -

. 3 .

. 1 -

87/127 -

( ) -

; 2 -

; 3 -

(ir<sub>3</sub>); 4 -

( 77)

( 095/1)

(ir<sub>4</sub>),



La/Yb, Zr/Y. [1977].

( $al' > 1$ ),  $K_2O/TiO_2 > 1$ , /

$Na_2O/K_2O$  (1-5), La/Yb (1, 2), 3,01 15,3, -

La/Yb, / [1997].

( ), N-MORB (1, 3).  $^{87}Sr/^{86}Sr$

0,70375 0,70433 [ , 1989].  $^{143}Nd/^{144}Nd$

(MgO – 16,2 %) 0,51231 0,51254 [Spadea et al., 2002],

( $Al_2O_3$  22 %).

(1).

MgO – 13,8-16,2 %,  $Al_2O_3$  – 7,65-8,61 %,  $Na_2O$  – 0,75-1,41 %, [ , 1992].

– MgO – 4,64 %,  $Al_2O_3$  – 18,19 %,  $Na_2O$  – 4,25 %; : 1 – (

– MgO – 7,7-8,5 %, ); 2 –

$Al_2O_3$  – 15,5-17,1 %,  $Na_2O$  – 1,7-2,7 %. 3 – ; 4 –

5 – ;

Cr, Ni, .

Zr, La, U, Th ( . 1 , , 2 ),

[ , 1983].  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

0,7029 0,7046 [ ., 1989].

(« »)

: 1)

Zr, Y, Ba, La, Sm, U, Th,

La/Yb  
0,82 2,13; 2)

;

La/Yb (1,85-3,05) /

; 3)

( . 1 , , 2 ).

[ ..., 1987].

La/Yb 2,52 6,2  
( . 3 ) [ ..., 1992; Spadea et al., 2002].

[ , 1991; ., 2003].

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$   
0,70309-0,70447.

( $D_2 e_1 sk$ )

FeO/Mg , : 1 –

... , ... , ...

; 2 –

(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18-22 %),

( )

[Gill, 1981].

[ , , 1994].

[ , , 1997].

: 1 –

(D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>b-br); 2 –

(D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>vtn); 3 –

(B, K, Rb, Cs, Ba, Sr, La, Ce),

[Gill, 1981; Tatsumi et al.,

(D<sub>1</sub>ems<sub>2</sub>-D<sub>2</sub>e<sub>1</sub>ir<sub>1,2</sub>); 4 – 1986; , 1987; ., 1987; Arculus, 1994].

(D<sub>2</sub>ef<sub>2</sub>ir<sub>5</sub>).

11 , 9 , 6

[Def ant, Drummond, 1990; Kilian, 1997; Samaniego et al., 2002; Rupke et al., 2002; , 2003].

( 45°) [Bea et al., 1997].

( 45°, 20-30°) [ , 1974; Cloos, 1993; , 1994].

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (> 15 %), SiO<sub>2</sub> (> 56 %), Na<sub>2</sub>O (3,5-7,5 %), K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O (< 0,5), Sr (> 400 / ), Y (< 18 / ), Yb (< 1,9 / ), La/Yb (> 20) [Defant, Drummond, 1990; Samaniego et al., 2002].

( )

[Nicolas et al., 1980],

[ , 1983; , 1997]

La/Yb = 0,1-2,7, K<sub>2</sub>O < 1 %), [ , 1985].

(K, Rb, Ba, Sr, Th), (Ta, Nb, Zr, P, Hf, Y, Yb, Sc, Cr), K<sub>2</sub>O > 1), (La/Yb = 4,5-4,9,

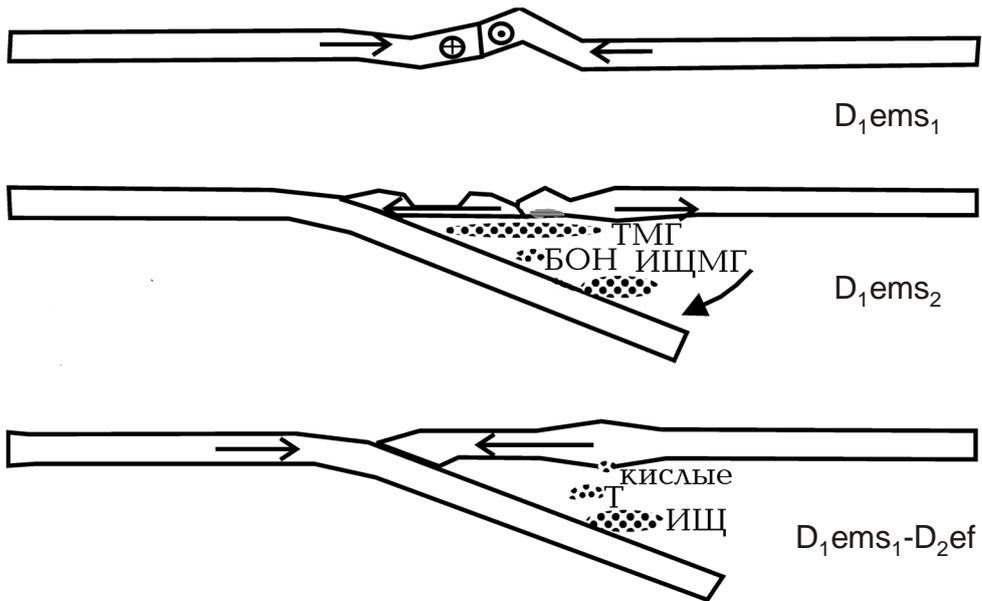
(2-10 %) [ , 1997].

[ , 1997],

[Killian et al., 2002; , 2003].

( )

[ , 1981; Davies, Stevenson, 1992; Arculus, 1994; Rupke et al., 2002; Taylor, Martinez, 2003; , 1996; Chemenda et al., 1997; Fershtater et al., 1997; Stern, Bloomer, 1992; , 2001; , 2002;



. 4.

Rogers et al., 2002; Kohn, Parkinson, 2002; [Stern, Bloomer, 1992; Lebrun et al., 2003].  
 ( . 4)  
 [ , 2003].  
 [ , 1992].  
 a , ..., 1992].  
 , 1987; Stern, Bloomer, 1992; , 2000; Sang-Mook Lee, 2004].  
 ( , ) , [Hall et al., 2003].

Hf, Y N-MORB Nb, Ta, Zr,  
 (K, Rb, Ba, Cs)  
 2.  $(D_1 \text{ems} - D_2 \text{e})$   
 « »  
 3. 11-20 (2-5 %, 8 %)  
 [Tatsumi, 1991; 1997].  
 ( ), « » (1400-1600 )  
 4.  
 1.  $D_1 \text{ems} - D_2$  ,  
 2000-01-010011 *MinUrals N ICA-2-CT-7*  
 ( 9 « »)

. . . , . . . , . . .  
 // . . . .I .  
 , 1994. . 197-198.  
 . . . .  
 // : - II .  
 : , 2003. . 169-173. // .  
 " " . 2003. . I. .  
 // : , 2003. . 49-55.  
 . : , 1974. . 133-179. . . .  
 . : , 1983. 194 .  
 ( ) . . . .  
 // 2. : // . 2003.  
 , 2001. . 80-87. 3. . 412-426.  
 " " . . . . : ,  
 1987. 303 . . . .  
 : , 1989. 24 . . . .  
 " " . . . . , 2002. 366 .  
 . : , 1988. 248 . . . .  
 / . . . . / . . . . :  
 , . . . . : , 1992. 197 . , 1987. 335 .  
 . . . . " " . . . .  
 // . . . . // . . . .  
 : , 1991. . 32-39. . . . : , 1987. . 134-165.  
 . . . . / . . . . , . . . .  
 . : , 1985. 275 . . . .  
 // . . . . : . . . .  
 , 1998. . 98-108. // . 1996. 2. . 16-33.  
 ( ) . . . . : , 2000. 146 .  
 // . . . . : , 1991. 22 . " " . . . .  
 . " : , 1994. 229 . -95 // .  
 " " . 2. : , 2001. . 3-28.  
 . . . . .2- . : . . . .  
 , 2001. 409 . . : , 1981. 584 .  
 " " . . . . " " . . . .  
 // . . . . // . . . . :  
 : , 1985. . 44-70. , 1987. . 102-133. . . .  
 " " " " . . . . . : , 1986. 268 .  
 // . 2001. 6. . 50-57. . . . // .  
 . . . . 2002. 1. . 37-60. . . .  
 // . . . . " " . . . .  
 : , 1986. . 47-62. . . . : , 2001. 318 .  
 . . . . " " . . . .  
 ( ) // . . . . : . . . .  
 . . 1. , 2001. . 227-240. . 2003. 3. . 42-64. // .  
 " " . . . . ( ,  
 . . . . ) . . . . , 1993. 152 .

- Kilian R.* Magmatismus und Stoffkreislauf an aktiven Kontinentalrandern, untersucht am Beispiel der südlichen Anden Zeitung. Dt. Geol. Ges. 1997. V. 148/1. S. 105-152.
- Kohn M.J., Parkinson C.D.* Petrologic case for Eocene slab breakoff during the Indo-Asian collision // *Geology*. 2002. V. 30. 7. P. 591-594.
- Lebrun J.-F., Lamarche G., Collot J.-I.* Subduction initiation at a strike-slip plate boundary: the Cenozoic Pacific-Australian plate boundary, south of New Zealand // *JGR*. 2003. V. 108. B9. P. 2453.
- Nicolas A., Boudier F., Bouchez J.L.* Interpretation of peridotites structures from ophiolitic and oceanic environment // *Am. J. Sci.* 1980. V. 280. Pt. 1. P. 192-210.
- Rogers R.D., Karason H., van der Hilst R.D.* Epeirogenic uplift above a detached slab in northern Central America // *Geology*. 2002 V. 30. 11. P. 1031-1034.
- Rpke L.H., Morgan J.P., Hort M., Connolly J.A.D.* Are the regional variations in the Central American arc lavas due to differing basaltic versus peridotitic slab sources of fluids? // *Geology*. 2002. V. 30. 11. P. 1035-1038.
- Samaniego P., Martin H., Robin C., Monzier M.* Transition from calc-alkalic to adakitic magmatism at Cayambe volcano, Ecuador: Insights into slab melts and mantle wedge interactions // *Geology*. 2002. V. 30. 11. P. 967-970.
- Sang-Mook Lee.* Deformation from the convergence of oceanic lithosphere into Yap trench and its implications for early-stage subduction // *J. Geodynamics*. 2004. V. 307. P. 83-102.
- Spadea P., Kabanova L., Scarrow J.H.* Petrology, geochemistry and geodynamic significance of Mid-Devonian boninitic rocks from the Baimak-Buribai area (Magnitogorsk zone, Southern Urals) // *Ofioliti*. 1998. V. 23. 1. P. 17-36.
- Spadea P., D'Antonio M., Kosarev A. et al.* Arc-continent collision in the Southern Urals: Petrogenetic aspects of the Forearc-arc complex // *Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present*. Geophysical Monograph. 2002. V. 132. P. 101-134.
- Stern R.J., Bloomer S.H.* Subduction zone infancy: examples from the Eocene Izu-Bonin-Mariana and Jurassic California arcs // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1992. V. 104. P. 1621-1636.
- Tatsumi Y.* Origin of subduction zone magmas based on experimental petrology // *Physical Chemistry of Magma*. 1991. V. 9. P. 268-301.
- Tatsumi Y., Hamilton D.L., Nesbitt R.W.* Chemical characteristics of phase released from a subducted lithosphere and origin of arc magmas: evidence from high-pressure experiments and natural rocks // *J. Volcanology and Geothermal Research*. 1986. V. 29. P. 293-309.
- Taylor B., Martinez F.* Back-arc basin systematics // *Earth Planet. Sci. Lett.* 2003. V. 210. P. 481-497.
- Arculus R.J.* Aspects of magma genesis in arcs // *Lithos*. 1994. V. 33. P. 189-208.
- Bailey J.C., Frolova T.I., Burikova I.A.* Mineralogy, geochemistry and petrogenesis of Kurile island-arc basalts // *Contrib. Mineral. Petrol.* 1989. V. 102. P. 265-280.
- Bailey D.G., Langdon G.S., Malpas J., Robinson P.T.* Ultramafic and related lavas from the Margi area, Troodos ophiolite // *Cyprus Crystal Study Project Initial Report. Holes CY-1 and Geol. Surv. Can. Pap.* 90-20. 1991. P. 187-202.
- Bea F., Fershtater G.B., Montero P.* Granitoids of the Uralides: Implications for the Evolution of the Orogen // *Mountain Building in the Uralides. Pangea to the Present*. Geophysical Monograph. 2002. V. 132. P. 211-232.
- Bea F., Fershtater G., Montero P. et al.* Generation and evolution of subduction-related batholiths from the central Urals: constraints on the P-T history of the Uralian orogen // *Tectonophysics*. 1997. V. 276. 1-4. P. 103-117.
- Chemenda A., Matte Ph., Sokolov V.* A model of Paleozoic obduction and exhumation of high-pressure/low temperature rocks // *Tectonophysics*. 1997. V. 276. 1-4. P. 217-227.
- Cloos M.* Lithospheric buoyancy and collision orogenesis: Subduction of oceanic plateaus, continental margins, island arcs, spreading ridges, and seamounts // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1993. V. 105. 6. P. 715-735.
- Davies J.H., Stevenson D.J.* Physical model of source region of subduction zone volcanics // *JGR*. 1992. V. 97. B2. P. 2037-2070.
- Defant J.M., Drummond M.S.* Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere // *Nature*. 1990. 347. P. 662-665.
- Fershtater G.B., Montero P., Borodina N.S. et al.* Uralian magmatism: an overview // *Tectonophysics*. 1997. V. 276. 1-4. P. 87-102.
- Fujii T., Scarfe C.M.* Compositions of liquid coexisting with spinel leucite at 10 kbar: the genesis of MO-RB's // *Contrib. Miner. Petrol.* 1985. Vol. 90. 1. P. 18-28.
- Gill J.* Orogenic andesites and plate tectonics. Berlin: Springer Verlag, 1981. 538 p.
- Hall C.E., Gurnis M., Sdrolias M. et al.* Catastrophic initiation of subduction following forced convergence across fracture zones // *Earth Planet. Sci. Lett.* 2003. V. 212, P. 15-30.