550.42



## AND DERBINA BLOCKS OF NEOPROTEROZOIC ACCRETIONARY BELT AT THE SOUTH-WESTERN FRAME OF THE SIBERIAN CRATON: RECONSTRUCTION OF THE SOURCE AREAS AND SEDIMENT CONDITIONS

## N.V. Dmitrieva, O.M. Turkina, A.D. Nozhkin

Institute of Geology, Siberian Branch of RAS

The major and trace element in metaterrigenous rocks of the Arzybey and Derbina blocks of Neoproterozoic accretionary belt at the south-western frame of the Siberian craton and the results of their sediment conditions and source area reconstructions are presented in the paper. Low  $SiO_2/Al_2O_3$  (3,2-5,2) and high Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (> 0,2) ratios indicate an immature character of terrigenous sediments. Major and trace element compositions of the rocks are close to those of subduction-related graywackes. An increased CaO in Derbina metasediments points to input of carbonate material. The Arzybey and Derbina sediments could have been derived from island arc magmatic rocks enriched in Fe, Mg, Sr, Sc, Co. The geochemical data suggest participation of LREE, LILE, Th and Rb enriched material possibly from more mature, geochemically differentiated rocks similar to granitic and metamorphic ones from Siberian craton basement. Nd isotopic data confirm the contribution of ancient cratonic material to sedimentation.

Key words: metaterrigenous rocks, southwestern frame of the Siberian craton, Arzybey block, Derbina block, sediment source-area composition, conditions of sedimentation.









,

, , ,	
[, 1964]. -	SiO <sub>2</sub> (54-69 %) CaO
-	(2,3-8,8%) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * + MgO (5,7-14\%).
	$(3,2-5,4)$ $K_2O/Na_2O$ -
, . ) ( - ,	PAAS ( [ , - , 1988])
); $( ) -$ , -	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O (0,6-1,8),
( , , )( .1).	$\begin{array}{cccc} (0,1\text{-}1,0). & & & \text{TiO}_2 \\ & & (0,3\text{-}0,9\ \%), & & - \\ & & (0,3\text{-}0,5\ \%), & & - \\ & & & (0,6\text{-}1,03\ \%). \end{array}$
	[ ,1980] ( .2)
( ); U, Th, K – – – ( – , ); Rb, Ba, Sr, Cr, Ni, Co, V	$\label{eq:2.1} b \ (Fe^{2+}+Fe^{3+}$ + Mn + Ca + Mg ()). ,
( ), Rb, Sr, Cr, Ni, V	 CaO
- ( , , , ); Zr, Nb, Y – ( , ,	«D» ,
). 	(CaO = 7- 17,6 %)
,,). Sm-Nd - 7	, (CaO = 2,9-6,0 %) -
Sm Nd	 СаО,
(. , ) Sm-Nd	
[ , 2004]. εNd - T(DM) -	, –
CHUR ( ) $- {}^{143}Nd/{}^{144}Nd =$	— ,
0,512638, ${}^{147}$ Sm/ ${}^{144}$ Nd = 0,1967 [Jacobsen, Wasserburg, 1984] DM ( ) - ${}^{143}$ Nd/ ${}^{144}$ Nd = 0,513151 ${}^{147}$ Sm/ ${}^{144}$ Nd =	CaO

0,2136 [Goldstein, Jacobsen, 1988].

( . 1).

a = A _	Al/Si () – :	- - - -	Th $(1,8-8,4  1,4-2,5  /$ ), Zr $(68-184  64-74  /$ ), (La = 10 8,6-11,6 $\ /$ ), Nb $(7,2-10  3,8-5,9)$ Sr $(208-351  228-680  /$ ), Sc $(12-24  26  /$ ) ( . 3).	- )-29 - 21-
		-		
		-		-
«a»	( .2).	-	/ ), Rb (3-111 / ), Th (2,4 / ), Zr (99-279 /	-7,7 )
	, (A1O –	- 16-	(La = 7,5-45 / ), , , , Sr (181-527 / ), Cr (93-360 / ), Ni (50- / ) Co (15-62 / ) Sc (14-46 / ) -	-138
17,6 %)	(A1 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> –	-10	7 ), $CO(15-02 7)$ , $SC(14-40 7) =$	-
( . 2 ).	K <sub>2</sub> O (1,8-3,7 %)	-	(U, Th K)	-
$(K_{2}O = 0.2-2.9 \%)$	).	-	- (	- 2).
(Na <sub>2</sub>	$O/Al_2O_3 > 0,2)$ [	,		-
1981],			, Rb	
	,	-	, ( . 3).	-
[ ., 19	076] ( . 2 )	-		
,		-		
,		,		-
		-	, , ,	
		-		•
[Boynton, 1984]	,	-		
2 6)	(La/Yb)	$n = \frac{1}{2}$		
$Eu^* = 0.6-0.9$ ).	(	Eu/	(CIA = [A])	.0./
,,.,.		- -	$(Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)] \times 100)$ [Nest Yong, 1982, 1984].	bitt,
,		-		-
	(La/Yb)n (5,9 8,9,	-	5 %) CIA	
)•	(PAAS)	-	46 56,	
		,	(70-75), [ ,	-
(	3)		, 1988]. $SiO_2/AI_2O_3$	-
(		-		
- (	. 3).	-		_
	· /	-		-
Sc (12-26 / ), 10 / ) Th (1.4-8.4 / ), Rb (	Sr (208-680 / ), Nb ( - Zr (64-184 15-69 / )	3,8- / ),	,	-
PAAS.	· · · · /	-	, [, 1983; Ro	oser,

					(± )				-	
	33-92	150-89	75-90	12-92	87-90	17-92	25-92	230-90	83-97	154-90
SiO <sub>2</sub>	61,87	65,1	69,27	69,5	62,52	65,92	63,71	64,21	67,37	68,39
TiO <sub>2</sub>	0,87	0,73	0,44	0,45	0,86	0,7	0,31	0,46	0,26	0,38
$Al_2O_3$	14,48	14,40	14,04	14,86	15,30	12,93	12,71	14,23	12,50	13,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	7,69	6,32	5,62	4,24	7,60	8,22	7,23	7,73	5,61	5,81
MnO	0,17	0,13	0,25	0,13	0,20	0,12	0,14	0,17	0,11	0,10
MgO	3,44	2,37	2,12	1,45	2,89	3,57	4,74	4,43	3,19	2,75
CaO	6,24	4,63	2,44	2,30	4,59	3,28	5,31	5,06	3,84	2,32
Na <sub>2</sub> O	2,83	3,06	2,91	3,91	3,07	2,66	2,18	2,89	3,49	2,83
$K_2O$	0,89	2,37	1,71	2,07	1,90	0,99	1,14	1,08	1,99	2,95
$P_2O_5$	0,13	0,15	0,13	0,10	0,22	0,16	0,15	0,14	0,08	0,16
•••	1,16	1,09	1,15	1,10	1,20	0,94	1,80	0,60	0,86	1,58
U	0,6	0,7	0,9	1,4	1,0	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2
In Di	3,1	4,5	5,5	8,4	2,5	1,8	1,4	2,4	2,5	1,8
K0 Da	25 412	69 501	44 5 4 7	55	4/	27	15	20	31	53 1005
Da Sa	412	220	208	286	260	251	400	748	000	1223
	520 110	230	208	200	200 82	243	120	75	220 81	570 44
Ni	55	33	Л	20	7	243 75	10	36	18	44
	23	7	3	8	17	20	22	22	16	7
V	133	71	33	20	113	160	150	162	88	83
La	14,2	16	24,4	29	15,3	10	8,6	9.2	11,6	8,9
Ce	29	34,5	45	52	30	22	16,3	18	23	18
Nd	16	18	20,5	25	17	16	8,7	9,7	13	8,0
Sm	4,2	4,2	5,3	5,8	4,1	3,1	2,18	2,4	3,0	2,0
Eu	1,3	1,2	1,3	1,16	1,2	1,0	0,59	0,72	0,6	0,61
Gd	5,8	3,7	4,6	5,8	4,0	-	2,2	2,6	2,6	-
Tb	0,99	0,6	0,86	1,0	0,83	0,6	0,36	0,43	0,39	0,32
Yb	3,1	2,3	3,9	3,3	3,7	1,85	0,95	1,1	1,32	1,04
Lu	0,44	0,36	0,56	0,48	0,54	0,24	0,14	0,16	0,18	0,15
	75,0	80,9	106,4	123,5	76,7	54,8	40,0	44,3	55,7	39,0
Zr	-	159	152	184	148	68	64	-	74	10
	3,5 0,5	5,8 0,4	4,1	5,5 0,5	4,0	2,0	1,8	1,2	2,2	1,9
Ta Nh	0,5	0,4	0,45 7 4	0,5	7.8	7.2	0,2	0,2	5.9	3.8
Y	_	22	7, <del>4</del> 36	28	33	18	81	_	8	3,0 8,6
Sc	22	_	17	12.1	24	22	25.6	25	20.8	21
CIA	-	48	56	54	50	54		_	46	53
а	0,28	0,26	0,24	0,25	0,29	0,23	0,24	0,26	0,22	0,23
b	0,30	0,22	0,17	0,13	0,25	0,26	0,31	0,30	0,22	0,19
Eu/Eu*	0,79	0,93	0,81	0,61	0,91	_	0,82	0,88	0,66	-
(La/Yb)n	3,1	4,6	4,2	5,9	2,8	3,6	6,1	5,6	5,9	5,8
Th/Co	0,1	0,6	1,8	1,05	0,1	0,09	0,06	0,1	0,2	0,3
Th/Sc	0,1	-	0,3	0,7	0,1	0,08	0,05	0,1	0,1	0,08
La/Co	0,6	2,3	8,1	3,6	0,9	0,5	0,4	0,4	0,7	1,3
La/Sc	0,6	-	1,4	2,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4
$Na_2O/Al_2O_3$	0,20	0,21	0,21	0,26	0,20	0,21	0,17	0,20	0,28	0,21
$K_2 O/Na_2 O$	0,3	0,8	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5	0,4	0,6	1,0
$S1U_2/AI_2U_3$	4,5	4,5	4,9 77	4,/	4,1	5,1 11.0	5,0	4,5	5,4 00	5,2 8 6
$re_2O_3$ *+MgO	11,1	ð,/	1,1	5,7	10,5	11,8	11,9	12,2	8,8	8,0
.); b = (Fe <sup>2</sup>	<sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup> +M	, In+Mg+Ca	. %; a)/1000 (	).	,	/; Fe <sub>2</sub> C	<b>)</b> <sub>3</sub> * –		; CIA	$= [Al_2O_3/$

; CIA = 
$$[Al_2O_3/$$

$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	) 4406 22 666,36 62 0,79 0, 13,12 14 6,75 7, 0,10 0, 3,66 3, 3,20 2, 2,58 4, 2,02 2,	22335 52,39 0,93 14,80 7,43 0,05 3,72 2,89
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	4406     22       66,36     62       0,79     0       13,12     14       6,75     7       0,10     0       3,66     3       3,20     2       2,58     4       2,02     2	22335 52,39 0,93 14,80 7,43 0,05 3,72 2,89
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	4406     22       66,36     62       0,79     0       13,12     14       6,75     7       0,10     0       3,66     3       3,20     2       2,58     4       2,02     2	22335 52,39 0,93 14,80 7,43 0,05 3,72 2,89
92-8684-8671-86102-8688-8696-8685-8683-86 $48-92$ $5271$ $22424$ $148-91$ 60,5061,4861,8061,9555,6257,860,1060,1354,3060,6365,5863,8360,900,790,780,811,030,860,780,770,580,980,780,8815,2014,3914,6513,2617,5817,3016,1516,6512,1013,4512,3813,538,036,787,617,128,788,047,817,675,427,916,647,140,080,120,100,110,080,170,080,100,170,240,140,143,823,613,713,495,414,284,473,802,794,263,513,705,968,786,138,003,954,045,485,6317,707,675,785,761,281,682,101,822,952,582,221,691,363,213,153,302,331,091,521,613,723,332,311,800,170,240,580,77	4406     22       66,36     62       0,79     0,       13,12     14       6,75     7,       0,10     0,       3,66     3,       3,20     2,       2,58     4,       2,02     2,	22335 52,39 0,93 14,80 7,43 0,05 3,72 2,89
	66,36     62       0,79     0       13,12     14       6,75     7       0,10     0       3,66     3       3,20     2       2,58     4       2,02     2	52,39 0,93 14,80 7,43 0,05 3,72 2,89
$            0,90  0,79  0,78  0,81  1,03  0,86  0,78  0,77  0,58  0,98  0,78  0,88 \\ 15,20  14,39  14,65  13,26  17,58  17,30  16,15  16,65  12,10  13,45  12,38  13,53  12,38  0,12  0,10  0,11  0,08  0,17  0,08  0,10  0,17  0,24  0,1$	0,79     0.       13,12     14       6,75     7.       0,10     0.       3,66     3.       3,20     2.       2,58     4.       2,02     2.	0,93 14,80 7,43 0,05 3,72 2,89
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	13,12   14     6,75   7     0,10   0     3,66   3     3,20   2     2,58   4     2,02   2	14,80 7,43 0,05 3,72 2,89
8,03   6,78   7,61   7,12   8,78   8,04   7,81   7,67   5,42   7,91   6,64   7,14     0,08   0,12   0,10   0,11   0,08   0,17   0,08   0,10   0,17   0,24   0,14   0,14     3,82   3,61   3,71   3,49   5,41   4,28   4,47   3,80   2,79   4,26   3,51   3,70     5,96   8,78   6,13   8,00   3,95   4,04   5,48   5,63   17,70   7,67   5,78   5,76     1,28   1,68   2,10   1,82   2,95   2,58   2,22   1,69   1,36   3,21   3,15   3,30     2,33   1,09   1,52   1,61   3,72   3,33   2,31   1,80   0,17   0,24   0,58   0,77	6,75 7, 0,10 0, 3,66 3, 3,20 2, 2,58 4, 2,02 2,	7,43 0,05 3,72 2,89
0,08   0,12   0,10   0,11   0,08   0,17   0,08   0,10   0,17   0,24   0,14   0,14     3,82   3,61   3,71   3,49   5,41   4,28   4,47   3,80   2,79   4,26   3,51   3,70     5,96   8,78   6,13   8,00   3,95   4,04   5,48   5,63   17,70   7,67   5,78   5,76     1,28   1,68   2,10   1,82   2,95   2,58   2,22   1,69   1,36   3,21   3,15   3,30     2,33   1,09   1,52   1,61   3,72   3,33   2,31   1,80   0,17   0,24   0,58   0,77	$\begin{array}{c cccc} 0,10 & 0,\\ 3,66 & 3,\\ 3,20 & 2,\\ 2,58 & 4,\\ 2,02 & 2,\\ \end{array}$	0,05 3,72 2,89
3,82   3,61   3,71   3,49   5,41   4,28   4,47   3,80   2,79   4,26   3,51   3,70     5,96   8,78   6,13   8,00   3,95   4,04   5,48   5,63   17,70   7,67   5,78   5,76     1,28   1,68   2,10   1,82   2,95   2,58   2,22   1,69   1,36   3,21   3,15   3,30     2,33   1,09   1,52   1,61   3,72   3,33   2,31   1,80   0,17   0,24   0,58   0,77	3,00 3,   3,20 2,   2,58 4,   2,02 2,	3,72 2,89
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	3,20 2,   2,58 4,   2,02 2,	2,09
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2,02 4,	116
$\begin{bmatrix} 2,55 & 1,07 & 1,52 & 1,01 & 5,72 & 5,55 & 2,51 & 1,80 & 0,17 & 0,24 & 0,58 & 0,77 \end{bmatrix}$	2,02 2,	2 00
	013 0	0.13
215 $101$ $143$ $064$ $065$ $204$ $167$ $122$ $496$ $119$ $135$ $084$	1 17 1	1 22
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	1,1,7 1, 10 1	11
$\begin{bmatrix} 3,0 \\ 6,8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2,7 \\ 2,7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3,1 \\ 7,3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1,7 \\ 2,7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2,7 \\ 2,2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2,2 \\ 7,7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1,0 \\ 3,2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1,1 \\ 7,1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3,0 \\ 3,9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3,7 \\ 3,7 \end{bmatrix}$	3.3 2	2.4
100 44 58 61 111 98 89 76 3 3 18 17	39 5	56
500 - 460 550 473 - 437 400 60 120 190 250	370 2	260
322 370 285 247 257 181 308 265 527 400 262 291	204 3	309
280 136 275 142 174 290 360 186 93 200 142 185	162 1	172
138 87 125 101 122 88 132 99 50 60 53 94	75 7	75
30 62 21 32 28 29 32 28 15 22 19 20	20 2	25
74 81 67 48 85 45 82 76 100 180 100 137	110 1	110
30 7,5 21 34 32 27 28 45 14,7 12,9 10,7 17,9	11,9 1	12
64 19 41 68 55 60 54 72 29,7 35,9 30 33	25 2	25
30 11,8 20 33,5 27,5 30 26 38 13,4 18,6 13 18,4	14 1.	13,5
$\begin{bmatrix} 7,0 & 3,2 & 5,1 & 7,7 & 5,8 & 6,3 & 6,0 & 8,7 & 3,5 & 4,8 & 3,5 & 4,4 \\ 1,1,1,1,2,1,2,1,3,2,1,3,3,3,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4$	3,5 3	3,5
$\begin{bmatrix} 1,4 \\ 1,1 \\ 1,9 \\ 1,6 \\ 1,2 \\ 1,6 \\ 1,4 \\ 1,5 \\ 0,8 \\ 1,3 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 1,$	1,0 0	0,9
$\begin{bmatrix} 7,3 \\ 11 \\ 07 \\ 08 \\ 12 \\ 10 \\ 11 \\ 10 \\ 1$	4,2	4
$\begin{bmatrix} 1,1 & 0,7 & 0,8 & 1,3 & 1,0 & 1,1 & 1,0 & 1,1 & 0,4 & 0,7 & 0,7 & 0,7 \\ 25 & 20 & 20 & 28 & 27 & 24 & 24 & 24 & 18 & 27 & 20 & 28 \end{bmatrix}$	0, 1 = 0	0,6
$\begin{bmatrix} 5,5 \\ 0,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5,0 \\ 0,4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5,8 \\ 0,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2,7 \\ 0,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5,4 \\ 0,5 \end{bmatrix} $	2,4 1 0.3 0	1,/
144.8 50 5 92 5 158 2 125 6 136 3 126 2 176 9 82 9 61 2 77 3 57 5	58.8 6	64.6
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	128 1	127
$\begin{bmatrix} 120 \\ 5.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2.7 \\ 1.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 5.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 5.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 2.8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 4.9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 3.4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 110 \\ 4.1 \end{bmatrix}$	3.6 3	3.5
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	0.4 0	0.4
9,6 7,5 8,6 9,3 9,8 11,9 7,9 8,6 8,8 9 - 7,4	6,7	7
27 25,4 27 26,4 26,4 26,5 26,4 27,7 18 27 20 26	22 1	18
18 46 19 19,2 18 19 25 20 14 22 18 24	19 2	22
48 - 53 54	52 5	51
0,3 0,28 0,28 0,25 0,37 0,35 0,32 0,33 0,26 0,26 0,22 0,25	0,23 0,	0,28
0,31 0,34 0,31 0,33 0,32 0,29 0,31 0,30 0,48 0,35 0,28 0,29	0,24 0,	0,24
0,69 $0,94$ $ 0,61$ $ 0,77$ $0,71$ $0,59$ $0,73$ $0,81$ $0,75$ $0,94$	0,79 0,	0,73
$\begin{bmatrix} 5,8 & 1,7 & 4,7 & 6,0 & 8,0 & 5,3 & 5,5 & 8,9 & 5,4 & 3,2 & 3,6 & 4,3 \\ 0,2 & 0,1 & 0,2 & 0,$	3,3   4	4,8
$\begin{bmatrix} 0,2 \\ 0,4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,3 \\ 0,4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,3 \\ 0,2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,3 \\ 0,4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,2 \\ 0,2 \end{bmatrix} $	0,2 = 0,	0,09
$\begin{bmatrix} 0,4 & 0,1 & 0,4 & 0,3 & 0,4 & 0,4 & 0,3 & 0,4 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,15 \\ 1,0 & 0,1 & 1,0 & 1,0 & 1,1 & 0,0 & 0,0 & 1,6 & 0,02 & 0,6 & 0,6 & 0,05 & 0,0&0& 0,0& 0,$	0,2 0	0,1
$\begin{bmatrix} 1,0 & 0,1 & 1,0 & 1,0 & 1,1 & 0,9 & 0,9 & 1,0 & 0,98 & 0,6 & 0,9 \\ 1,7 & 0,2 & 1,1 & 1,8 & 1,8 & 1,4 & 1,1 & 2,2 & 1,05 & 0,6 & 0,6 & 0,7 & $		0,5
$\begin{bmatrix} 1,7 & 0,2 & 1,1 & 1,0 & 1,0 & 1,4 & 1,1 & 2,2 & 1,05 & 0,0 & 0,0 & 0,7 \\ 0.08 & 0.12 & 0.14 & 0.14 & 0.17 & 0.15 & 0.14 & 0.11 & 0.11 & 0.24 & 0.25 & 0.25 & 0.24 & 0.25 & 0.25 & 0.$	0,0 0 0	0,5
$\begin{bmatrix} 0,00 & 0,12 & 0,14 & 0,14 & 0,17 & 0,13 & 0,14 & 0,11 & 0,11 & 0,24 & 0,23 & 0,24 \\ 1.8 & 0.6 & 0.7 & 0.9 & 1.3 & 1.3 & 1.0 & 1.1 & 0.5 & 0.1 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix}$	0,20 0, 0.8 0	0,20
$\begin{vmatrix} 1,0 \\ 39 \\ 43 \\ 42 \\ 46 \\ 32 \\ 33 \\ 37 \\ 36 \\ 45 \\ 45 \\ 45 \\ 45 \\ 45 \\ 47 \\ 1,1 \\ 0,2 \\ 0,2 \\ 1,1 \\ 0,2 \\ 0,2 \\ 1,1 \\ 0,2 $	5,0 4	4 2
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	I ¬	11 1

 $(Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)] \times 100 ($  . %) [Nesbitt, Yong, 1984]; Eu/Eu\* = Eu<sub>N</sub>/[Sm<sub>N</sub> × Gd<sub>N</sub>]<sup>1/2</sup>; a = Al/Si ( .





[Boynton, 1984],

(PAAS).

	n	<u>U</u> , /	Th, /	<u>K</u> , %	Th/U $(\bar{x} \pm \Delta x)$
		$(x \pm \Delta x)$	$(x \pm \Delta x)$	$(x \pm \Delta x)$	
		i	i	i	i
	19	$0,8\pm0,1$	$5,0\pm0,8$	$1,7\pm0,2$	7,1±2,1
-	5	0,9±0,1	3,7±1,6	1,7±0,5	4,3±1,6
	-		-	-	
-	10	0,4±0,1	2,1±0,4	1,5±0,4	7,3±2,1
-	14	2,6±0,5	6,2±0,9	1,3±0,2	2,8±0,7
	5	2,8±0,6	5,8±1,9	2,7±0,2	2,3±0,9
, -	12	1,7±0,2	3,1±0,6	0,3±0,06	1,9±0,5
,	19	1,3±0,2	3,9±0,5	0,8±0,2	3,2±0,6
	8	0,8±0,2	2,7±0,9	1,9±0,2	3,7±1,1

Korsch, 1986; Roser et al., 1996;]. tia, Crook, 1986]:  $\rm SiO_2/Al_2O_3$   $\sim$  3,0 ( ~ 5,0 ( ) ) [Roser et al., 1996]. (Rb, La, Zr) . 4). (  $SiO_2/Al_2O_3 = 3,2-5,2,$ \_ [Bhatia, Crook, 1986] ( . 5). , Th, Hf, Co, Sc \_ [Cullers et al., 1975; Feng, Kerrich, 1990; McLennan et al., 1980; McLennan, Taylor, 1991].  $MgO + Fe_2O_3^*$ Th/Co, Th/Sc, La/Co, La/Sc, (6-14 %) Eu/Eu\* PAAS , (PAAS) K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O [Cullers, 2000] (0, 1-1, 8)Th/Co, Th/Sc MgO +  $Fe_2O_3^*$ TiO<sub>2</sub> ( . 3) [Bhatia, La/Co, La/Sc Eu/Eu\* 1983]. . 4). ( [Bha-La/Sc, La/Co, Th/Sc,

			( ,	. %,	, / )	)
				PAAS	OIA	CIA
SiO <sub>2</sub>	67,35	49,76	70,3	62,4	58,83	70,69
TiO <sub>2</sub>	0.30	1.40	0.56	0.99	1.06	0.64
$Al_2O_3$	16,17	14,86	12,86	18,78	17,11	14,04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	3,48	12,98	5,24	7,18	8,01	4,78
MnO	0,08	0,22	0,05	0,11	0,15	0,1
MgO	1,25	5,84	0,81	2,19	3,65	1,97
CaO	4,36	9,38	1,56	1,29	5,83	2,68
Na <sub>2</sub> O	4,50	3.07	2,38	1,19	4,10	3,12
K <sub>2</sub> O	1,12	0,71	5,70	3,68	1,60	1,89
$P_2O_5$	0,14	0,17	0,12	0,16	0,26	0,16
U	0.7	0,2	1,6	3,1	1.09	2,53
Th	1,3	0,4	39,0	14,6	2,3	11,1
Rb	15	9	369	160	18	67
Ba	657	257	550	650	370	444
Sr	1025	372	75	200	637	250
Cr	24,5	95	14	110	37	51
Ni	10	32	5	55	11	13
Co	6	38	5	23	18	12
V	49	345	_	150	131	89
La	7,3	4,0	92	38,2	8,7	24,4
Ce	14	11,3	180	79,6	22	50,5
Nd	8,25	8,3	72	33,9	11	20,8
Sm	1,8	2,8	12	5,6	_	_
Eu	0,6	1,08	1,0	1,1	_	_
Gd	1,76	3,9	13	4,7	_	_
Tb	0,2	0,68	1,9	0,77	_	-
Yb	0,7	2,71	5,2	2,8	_	_
Lu	0,1	0,46	0,7	0,43	_	_
Zr	49	82	338	210	96	229
Hf	2,1	2,2	10	5	2,1	6,3
Та	0,2	0,1	1,1	_	_	_
Nb	2,9	2,9	25	1,9	2	8,5
Y	7	22	77	27	19,5	24,2
Sc	5,8	40	3	16	19,5	14,8
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,2	0,2	2,4	3,1	0,4	0,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *+MgO	4,8	18,8	6,1	9,4	11,7	6,7

		_							,	_		-
			,	_			Na-K				(	17-00),
PAAS –			[		,	-	, 1988],	OIA –				-
	, CIA –						[Bhatia,	1983;	Bhatia,	Crook,	1986].	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *
_												

\_

,

Th/Co

La/Sc, La/Co, Th/Sc, Th/Co



,

	4
,	PAAS

					[Cullers, 2000	)], -	PAAS
Th/Co	0,09-1,8	0,06-0,3	0,1-0,3	0,09-0,2	0,3-7,5	0,04-1,4	0,6
Th/Sc	0,08-0,7	0,05-0,1	0,1-0,4	0,1-0,2	0,6-18	0,05-0,4	0,9
La/Co	0,5-8,1	0,4-1,3	0,1-1,6	0,5-0,98	1,4-22	0,1-0,4	1,6
La/Sc	0,4-2,4	0,3-0,6	0,2-2,2	0,5-1,05	0,7-27,7	0,4-1,1	2,4
Eu/Eu*	0,6-0,9	0,6-0,8	0,6-0,9	0,7-0,9	0,3-0,8	0,7-1,0	0,7

= 1000	. [	., 2004].		
,	1022-2009	-		-
			,	-

,

## Sm-Nd

,	Sm, ppm	Nd, ppm	<sup>147</sup> Sm/ <sup>144</sup> Nd	<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd	Т°,	T <sub>Nd</sub> (DM),	εNd	1
				,				
(25-92)	1,96	8,99	0,131973	0,512442±10	1000	1322	+4,5	2 %
(230-90)	1,91	9,65	0,119663	0,512521±24	1000	1022	+7,6	0 %
		_		,				
(12-92)	4,80	25,05	0,115900	0,511858±12	1000	2009	-4,9	16 %
(17-92)	3,04	13,01	0,141350	0,512480±20	1000	1413	+4,0	3 %
				,				
(88-86)	5,07	26,64	0,114984	0,511922±20	1000	1893	-3,5	13 %
(71-86)	4,93	23,49	0,126999	0,512272±22	1000	1543	+1,8	5 %
		_		,				
(148-91)	4,35	20,04	0,131257	0,512432±19	1000	1329	+4,4	2 %
(17-00)	12,52	71,74	0,105480	0,511321±4	1000	2565	-14	—
	. T° –	,		εNd.	1 _	,		

5

\_

-



 $<sup>\</sup>begin{array}{c} {}^{1}X_{c} = [(\epsilon_{mx} \cdot \epsilon_{a})Nd_{a}]/[\epsilon_{mx}(Nd_{a}-Nd_{c})-(\epsilon_{a}Nd_{a}-\epsilon_{c}Nd_{c})], \quad \epsilon_{mx}, \epsilon_{c} \quad \epsilon_{a} - eNd \quad (-, Nd_{c} \quad Nd_{a} - Nd \quad -, Nd_{c} \quad Nd_{a} - Nd \quad -, Nd_{c} \quad Nd_{a} - Nd \quad -, Nd_{c} \quad Nd_{c}$ 

Вклад пород в	Mo	дельные кон	нцентрации (	(r/T)		Концентрации в	граувакках (г/т)	
источнике сноса (%)	Co	Th	La	Sc	Co	Th	La	Sc
				Арзыбейсь	сий блок, Осиновский а	реал		
Тоналиты (69 %) Толеиты (30 %) Na-K граниты (1 %)	15	1,4	7	16	7-22 (в среднем 16)	1,4-2,5 (в среднем 2)	8,6-11,6 (в среднем 9)	21-25 (в среднем 23)
				Арзыбейс	кий блок, Крольский а	реал		
Тоналиты (54 %) Толеиты (34 %) Na-K граниты (12 %)	17	5,5	16	17	3-23 (в среднем 13)	1,8-8,4 (в среднем 5)	0-29 (в среднем 18)	12-24 (в среднем 19)
				Дербинс	жий блок, Манский арє	Гал		
Тоналиты (47 %) Толеиты (45 %) Na-K граниты (8 %)	20	4	13	21	19-25 (в среднем 21)	2,4-5 (в среднем 3)	10,7-17,9 (в среднем 13)	18-24 (в среднем 21)
(a/ a) initiand i vi mu				Дербинс	ц кий блок, Удинский ар	eaл		
Тоналиты (30 %) Толеиты (55 %) Na-K граниты (15 %)	24	6,6	18	24	21-62 (в среднем 32)	6,4-7,7 (в среднем 7)	7,5-45 (в среднем 28)	18-46 (в среднем 23)
······································					т. АХ И			

.

•

. .

. .

,

Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(> 0,2).					
,		-		:	, 2004. 174 .	
2.		-		, 1967. 147 .	-	
	(Fe ∩ * ⊥ M	(aO) Sr	1964.328 .	,	: ,	
Sc, Co	(1° <sub>2</sub> ° <sub>3</sub> + 10	, -				
	,	-	,	• •;	, -	
K <sub>2</sub> O, ,	Th, Rb,		·		-	
3.	Sm-Nd			: . 2004. 4.	, // . 414-441.	
- T <sub>Nd</sub> (DM) = 1022-2009 .			( ,	., , . 1998.	)// 2177-194.	
		- 16 %)		,	,	
	(	)	•		, -	
(	)	, - Th	11. 6. 20	-		
4.		-	:	, 1980. 100 .	-	
Co, Th, La, So	с,	-		,	-	
	(	-				
65-70 %,	)	-	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		 « », 2002.	
, (45-55 %)		-		·, ·,		
5.	•			-	-	
		, - -	//	. 2005 4	04. 21-6. ,	
				-	-	
	-			//	-	
		, -	(	)		
	-		· · · · 2004. · 49-52.		,	
<i>,</i>		-		, .,	· · -	
		-	//		-	
			- )		( : -	
	( 04-03	5-64301).		, 2003 18	4-188.	

) // . 1998. . 39. 8. . 1103-1115.

. .: ,1976.535 .

. 1192-1201.

) // 2002. . 43. 5. . 420-433.

· ·, · · ·

( )//

.: , 1981. 276 .

*Bhatia M.R.* Plate tectonics and geochemical compositions of sandstones // J. Geology. 1983. V. 91. P. 611-627.

*Bhatia M.R., Crook A.W.* Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins // Contrib. Mineral. Petrol. 1986. V. 921. P. 181-193.

*Boynton W.V.* Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies // P. Henderson (ed.). Rare earth element geochemistry. Elsevier, 1984. P. 63-114.

*Cullers R.L.* The geochemistry of shales, siltstones, and sandstones of Pennsylvanian-Permian age, Colorado, USA: implications for provenance and metamorphic studies // Lithos. 2000. V. 51. P. 181-203.

*Cullers R.L., Chaudhuri S., Arnold B. et al.* Rare earth distributions in clay minerals and in the clay-sized fractions of the Lower Permian Havensville and Eskridge shales of Kansas and Oklahoma // Geochim. Cosmochim. Acta. 1975. V. 39. P. 1691-1703.

*Feng R., Kerrich R.* Geochemistry of fine-grained clastic sediments in the Archean Abitibi greenstone belt, Canada: implications for provenance and tectonic setting // Geochim. Cosmochim. Acta. 1990. V. 54. P. 1061-1081.

*Goldstein S.J., Jacobsen S.B.* Nd and Sr isotopic systematics of river water suspended material: implication for crustal evolution // Earth Planet. Sci. Lett. 1988. V. 87. P. 249-265.

*Jacobsen S.B., Wasserburg G.M.* Sm-Nd evolution of hondrites. II // Earth Planet. Sci. Lett. 1984. V. 67. P. 137-150.

*McLennan S.M., Nance W.B., Taylor S.R.* Rare earth element-thorium correlations in sedimentary rocks, and the composition of the continental crust // Geochim. Cosmochim. Acta. 1980. V. 44. P. 1833-1839.

*McLennan S.M., Taylor S.R.* Sedimentary rocks and crustal evolution: tectonic setting and secular trends // J. Geology. 1991. V. 99. P. 1-21.

*Nesbitt H.W., Yong G.M.* Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // Nature. 1982. V. 299. P. 715-717.

*Nesbitt H.W., Yong G.M.* Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations // Geochim. Cosmochim. Acta. 1984. V. 48. P. 1523-1534.

*Roser B.P., Cooper R.A., Nathan S., Tulloch A.J.* Reconnaissance sandstone geochemistry, provenance, and tectonic setting of the lower Paleozoic terranes of the West Cost and Nelson, New Zealand // N.Z. J. Geol. Geophys. 1996. V. 39. P. 1-16.

*Roser B.P., Korsch R.J.* Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO2 content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratio // J. Geol. 1986. V. 94. P. 635-650.

Vernikovsky V.A. Vernikovskaya A.E. Kotov A.B. et al. Neoproterozoic accretionary and collisional events on the western margin of the Siberian craton: new geological and geochronological evidence from the Yenisey Ridge // Tectonophysics. 2003. V. 375. 1-4. P. 147-168.