

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЛЕНА В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ

© 2012 г. Н. А. Григорьев

Настоящая работа – уточнение и дополнение данных раздела 7.3 монографии [15].

Средние содержания Se в горных породах (табл. 1) рассчитаны вновь по модели [31]. Ниже приведены главные источники исходных данных. Осадочные породы [11, 17, 22, 33, 38, 48, 52]. Вулканогенные породы осадочного слоя [17, 23, 37, 40, 49]. Интрузивные породы гранитно-гнейсового слоя [16, 30, 33, 36, 37, 40, 50, 53]. Метаморфические породы [20, 30, 32, 35, 40, 53]. Аттестованные содержания Se в стандартах США [17] условно учтены как средние из 50 анализов, а средние содержания Se, опубликованные без указания количества проанализированных проб – как средние из 10 анализов. Не учтены анализы горных пород из месторождений, рудопроявлений, литогеохимических ореолов, сапропелевых, известково-глинистых илов из зоны

сероводородного заражения Черного моря, а также углеродистых пород [7, 11, 32, 35, 38]. Не учтены результаты анализов гранитоидов, опубликованные без указания на то, в каких величинах они выражены [19], и 12 проб метабазитов с Полярного Урала с содержанием Se $2.67 \cdot 10^{-4}$ – $7.39 \cdot 10^{-4}\%$ [20, 28].

Данные о вариациях содержания Se в горных породах неполные. Не изучены важнейшие ортомагматические породы (табл. 1). Содержание Se в изученных распространенных горных породах варьируют от $2 \cdot 10^{-7}\%$ до 0.0022%. Опубликованных результатов анализов горных пород не достаточно для корректного учета таких вариаций. Следствие – большая разница в оценках среднего содержания Se в верхней части континентальной коры (**upper continental crust**). Наблюдается характерная для малоизученных редких элементов тенденция увеличе-

Таблица 1. Содержание Se и распределение его массы в верхней части континентальной коры

Горные породы (в скобках учтенное количество анализов)	Масса пород, %	Содержание Se, $n \cdot 10^{-4}\%$: среднее (от–до)	Доли массы Se, %
Пески и песчаники (119)	5.11	0.39 (0.01–2.8)	5.24
Глины и глинистые сланцы (321)	10.4	0.73 (0.01–9)	19.98
Карбонатные породы (60)	3.85	0.36 (0.01–2.4)	3.65
Кремнистые породы	0.33	н. опр.	н. опр.
Эвапориты	0.26	н. опр.	н. опр.
Кислые вулканиты (52)	0.44	0.11 (0.01–0.2)	0.13
Средние вулканиты (131)	1.13	0.14 (0.005–0.8)	0.42
Основные вулканиты (329)	2.11	0.2 (<0.01–3)	1.11
Граниты (181)	8.21	0.21 (0.005–2.5)	4.54
Гранодиориты (146)	3.38	0.05 (0.005–0.2)	0.46?
Базиты (134)	1.5	0.27 (0.001–3.3)	1.07
Сиениты (5)	0.05	0.11 (н. обн.–0.3)	0.01
Ультрабазиты (117)	0.05	0.02 (н. обн.–0.66)	<0.01
Метапесчаники (117)	2.92	0.51 (0.1–1)	3.92
Парагнейсы и парасланцы (48)	30.56	0.59 (0.3–2)	47.45
Метакарбонатные породы (24)	1.13	0.33 (0.1–0.6)	0.98
Железистые породы	0.38	н. опр.	н. опр.
Гранито-гнейсы	23.21	0.1*	6.11*
Метариолиты	0.66	0.11*	0.19*
Метаандезиты	1.03	0.14*	0.38*
Метабазиты (54)	3.29	0.37 (0.01–2.7)	3.2
Верхняя часть континентальной коры	100	0.38	98.83
Осадочные породы	19.95	0.55	28.87
Вулканиты осадочного слоя	3.68	0.13	1.65
Осадочный слой	23.63	0.49	30.52
Магматиты гранитно-гнейсового слоя	13.19	0.17	6.08
Параметаморфические породы	34.99	0.56	51.35
Ортометаморфические породы	28.19	0.13*	9.88
Гранитно-гнейсовый слой	76.37	0.34	68.31

Примечание: * – предполагаемые значения.

Таблица 2. Возможная роль сульфидов как носителей Se в некоторых вкрапленных рудах полиметаллических месторождений Малого Кавказа, расчет по [24]

Минералы	Енгиджинское			Агдаринское			Башлибельское			Мехманинское		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Галенит	4.2	0.9	10.8	2.5	1.1	2.9	4.3	0.8	6.7	5.5	0.78	8.1
Сфалерит	3.5	6.5	65	4.5	9.14	43.8	3.8	5.1	38	4.5	7.41	62.9
Пирит	н.опр.	–	–	1.5	27	43.1	1.5	12	35.3	1	11.4	21.5
Халькопирит	0.3	8.3	7.1	н.опр.	–	–	н.опр.	–	–	0.1	7.6	1.4
В руде	8	0.35	82.9	8.5	0.94	89.8	9.6	0.51	80	11.1	0.53	93.9

Примечание : 1 – среднее содержание сульфидов в рудах, %; 2 – среднее содержание Se в сульфидах и руде, $n \cdot 10^{-4}$ %; доли масс Se, находящиеся в минералах и в руде, %.

ния во времени значений среднего содержания Se в верхней части континентальной коры: $5 \cdot 10^{-6}$ % – данные 1985 г. [39], $8.3 \cdot 10^{-6}$ % [54], $1.5 \cdot 10^{-5}$ % [47], $9 \cdot 10^{-6}$ % [51], $1.5 \cdot 10^{-5}$ % [15], $3.8 \cdot 10^{-5}$ % – новая величина. Наиболее вероятны следующие погрешности новых величин средних содержаний Se: преуменьшение в верхней части континентальной коры, в ортометаморфических и магматических породах, особенно в гранодиоритах, преувеличение – в параметаморфических породах. Полученные данные (табл. 1) дают лишь ориентировочное представление в распределении массы Se в ассоциации горных пород, представляющих верхнюю часть континентальной коры.

Данных, которые позволили бы определить среднее содержание селеновых минералов в распространенных горных породах, пока нет. Приблизительное представление о роли распространенных сульфидов как концентраторов и носителей Se в участках горных пород с очень большим содержанием этих минералов можно получить по результатам изучения некоторых вкрапленных руд (табл. 2). Опубликованы средние содержания Se в таких рудах и в сульфидах из них [24]. Но сведений о среднем содержании Se в преобладающих здесь “нерудных” минералах нет. Расчет, в предположении об отсутствии погрешностей анализов, показал, что в таких рудах 80–93.9% массы Se может быть сконцентрировано в сульфидах. Однако, перенесение этих данных на широко распространенные горные породы некорректно.

Опубликованы результаты определений содержания Se больше чем в 100 неселеновых минералах. Главные публикации [1–6, 8–12, 16, 18, 21, 24–27, 29, 32–34, 41, 42, 44–46]. Анализировали минералы: породообразующие – преимущественно из гранитоидов, акцессорные и рудные – из месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых. Исключения – пирит и пирротин, часть проанализированных проб которых была выделена из горных пород. Сведения преимущественно некорректные. Как правило, нет данных о содержании Se в рудах и в горных породах, из которых выделены исследованные минералы. Не всегда указано количество проанализированных проб. Часто при-

ведены лишь минимальные и максимальные значения содержания Se в минералах без указания среднего, или наоборот средние величины содержания Se без указания минимальных и максимальных его значений. Возможности использования таких данных ограниченные. Средние содержания Se в минералах, опубликованные без указаний количества проанализированных проб [6], условно учтены как средние из 10 анализов. Не учтены результаты анализов, опубликованные без указания на то, в каких величинах, они выражены [13].

Среднее содержание Se ≥ 0.02 %, характеризующее максиминералы [14], установлено в висмутине, блеклых рудах, киновари и антимоните. **Висмутин**: анализов – 8, содержание Se 0.0–4% [4], среднее – 1.39%. **Блеклые руды**: анализов – 19, содержание Se 0.0009–2.55% [12, 25, 34, 45], среднее – 0.15%. **Киноварь**: анализов – 139, содержание Se 0.022–0.424% [41], среднее – 0.13%. **Галенит**: анализов – 360, содержание Se $7.8 \cdot 10^{-5}$ –0.83% [5, 6, 10, 12, 16, 21, 24, 27, 29, 45], среднее – 0.027%. **Антимонит**: анализов – 20, содержание Se сл. – 0.09%, среднее – 0.024% [41]. Все данные получены при анализе образцов из руд и околорудных пород. На примере пирита и пирротина установлено, что содержание Se в минералах из горных пород меньше, чем в тех же минералах из различных руд и околорудных ореолов. Поэтому полученные цифры следует считать преувеличенными. По имеющимся данным (табл. 3) роль максиминералов как носителей Se незначительная.

Проанализировано 215 проб пирита из горных пород [1, 11, 18, 32]. В них содержание Se 0.0003–0.0328%, среднее – 0.001%. Проанализировано 36 проб пирротина из горных пород [18, 32]. В них содержание Se 0.0005–0.0036%, среднее – 0.0024%. По расчету, в этих двух минералах сконцентрировано 3.49% той массы Se, которая имеется в верхней части континентальной коры (табл. 3).

Ниже приведены средние содержания Se (%) в прочих распространенных минералах-концентраторах из рудных месторождений и рудопроявлений (в скобках – количество анализов). Халькопирит – 0.0072 (292). Борнит – 0.0024 (18). Сфалерит – 0.0018 (271). Гетит – 0.0011 (38). Отме-

Таблица 3. Роль минералов-концентраторов как носителей Se в верхней части континентальной коры

Минералы	Среднее содержание Se в минералах, %	Среднее содержание минералов, % [15]	Доли масс Se, сконцентрированные в минералах, %
Максиминералы			
Галенит	0.027	$1.9 \cdot 10^{-5}$	<0.014
Висмутин	1.39	$9.2 \cdot 10^{-8}$	<0.0034
Блеклые руды	0.15	$9.6 \cdot 10^{-8}$	<0.0004
Киноварь	0.13	$5.9 \cdot 10^{-8}$	<0.0002
Антимонит	0.024	$4.4 \cdot 10^{-9}$	< $3 \cdot 10^{-6}$
Всего	–	–	<0.018
Прочие концентраторы			
Гетит	<0.0011	0.085	<2.46
Пирротин	0.0024	0.029	1.83
Пирит	0.001	0.063	1.66
Халькопирит	<0.0071	$1.1 \cdot 10^{-4}$	<0.0206
Сфалерит	<0.0019	$4.6 \cdot 10^{-5}$	<0.0023
Борнит	<0.0024	$2.2 \cdot 10^{-6}$	< $1 \cdot 10^{-6}$
Всего	–	–	<6

Примечание. Среднее содержание Se в верхней части континентальной коры – $3.8 \cdot 10^{-5}$ %.

тим, что при расчете среднего содержания Se в гетите учтены отдельные пробы прочих гидроксидов Fe, а пробы с содержанием Se 0.014–1.38% не учтены. Средние содержания Se в аналогичных минералах из распространенных горных пород, очевидно, существенно меньше. Среди этих минералов наиболее важным носителем Se, возможно, является гетит. В верхней части континентальной коры в халькопирите, сфалерите, борните сконцентрировано <0.023% массы Se.

О вероятной роли органических веществ как концентраторов Se можно предполагать на основании результатов изучения ископаемых углей. В бурых и каменных углях среднее содержание Se соответственно: $1.1 \cdot 10^{-4}$ % и $1.4 \cdot 10^{-4}$ %. В углях из разных месторождений массы Se распределены так: 5–90% – в органических веществах и 5–80% – в сульфидах; роль остальных фаз незначительная [43]. По этим данным, среднее содержание Se в органических веществах осадочных пород ($5-7 \cdot 10^{-5}$ %, то есть, концентрация Se здесь незначительная.

ВЫВОДЫ

По новому расчету, среднее содержание Se в верхней части континентальной коры составляет $3.8 \cdot 10^{-5}$ %. Максимальное среднее содержание Se – $7.3 \cdot 10^{-5}$ % установлено в глинистых породах (глины, глинистые сланцы, аргиллиты). Среднее содержание Se в осадочных и параметаморфических породах соответственно: $5.5 \cdot 10^{-5}$ % и $5.6 \cdot 10^{-5}$ %. В них сконцентрировано около 80% массы Se. Имеющиеся данные позволяют предполагать, что значительный резерв Se сконцентрирован в тех разностях пирита и пирротина, которые характеризуются повышенным его содержанием. Для корректной оценки этого резерва нужны специальные исследования. Имеющиеся данные нуждаются в дополнении и уточнении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аюпова Н.Р. Элементы-примеси в продуктах полного окисления сульфидов в современных и древних металлоносных отложениях // Уральский минералогический сборник. № 16. Миасс–Екатеринбург: ИМин УрО РАН, 2009. С. 146–153.
2. Аюпова Н.Р., Сафина Н.П., Масленников В.В. и др. Элементы-примеси в пирите из вулканитов Фестивального участка Александринского Колчеданосного района (Южный Урал) // Уральский минералогический сборник. № 15. Миасс–Екатеринбург: ИМин УрО РАН, 2008. С. 90–99.
3. Бабкин П.В. О некоторых селеновых и селенсодержащих минералах // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. № 13. 1958. С. 122–129.
4. Бадалов С.Т., Голованов И.М., Дудин-Барковская Э.А. Геохимические особенности рудообразующих элементов Чаткало-Кураминских гор. Ташкент: Издательство ФАН Узбекской ССР. 1971. 228 с.
5. Бадалов С.Т., Еникеев М.Р., Королева Н.Н. Сравнительная геохимическая характеристика эндогенного оруднения Алмалыкского и Алтын-Топканского рудных районов Карамазара (Уз ССР и ТаджССР) // Минералогия, Геохимия и Петрография. Науч. тр. Ташкентского ГУ. Вып. 372. Ташкент, 1970. С. 8–15.
6. Баранов В.Д. Первичная зональность оруденения и распределение редких элементов в полиметаллических месторождениях Зырянского рудного района (Рудный Алтай) // Редкие элементы в сульфидных месторождениях. Труды ИМГРЭ. Вып. 10. 1963. С. 230–248.
7. Батулин Г.Н. Геохимия черноморских сапропелевых илов // Геохимия. 2011. № 5. С. 556–560.
8. Бурьянова Е.З. Селеноносность осадочных пород Тувы // Геохимия. 1961. № 7. С. 623–629.
9. Василевская Г.Б. К минералогии Шамырсайского рудопроявления // Минералогия, Геохимия и Петрография. Науч. тр. Ташкентского ГУ. Вып. 372. Ташкент, 1970. С. 42–49.
10. Вахрушев В.А., Дорош В.М. Распределение селе-

- на и теллура в сульфидах рудных месторождений Алтае-Саянской области // Геохимия. 1966. № 11. С. 1349–1254.
11. Волков И.И., Соколова Е.Г. Геохимия селена в осадках Черного моря // Литология и полезные ископаемые. 1976. № 1. С. 38–56.
 12. Гармаиш А.А., Курбатова Н.З. Селен и теллур в рудах Золотушинского месторождения (Рудный Алтай) // Редкие элементы в сульфидных месторождениях. Труды ИМГРЭ. Вып. 10. 1963. С. 136–157.
 13. Гонгальский Б.И., Криволицкая Н.А., Цамерян О.П., Свирская Н.М. Сульфидные руды Чинейского и Луктурского массивов (Забайкалье) // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения: мат-лы Третьей междунар. конф. Т. 1. Екатеринбург 2009. С. 144–147.
 14. Григорьев Н.А. Введение в минералогическую геохимию. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 302 с.
 15. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. 382 с.
 16. Иванов В.В. Новые данные по геохимии аксессуарных элементов в касситерито-сульфидных рудах // Вопросы минералогии и геохимии редких элементов // Тр. ИМГРЭ. Вып. 7. М.: Изд-во АН СССР. 1961. С. 26–49.
 17. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Книга 3. М.: Недра. 1996. 353 с.
 18. Кременецкий А.А., Овчинников Л.Н. Геохимия глубинных пород. М.: Наука. 1986. 262 с.
 19. Кузнецов Н.Б., Соболева А.А., Удоратина О.В. и др. Доуральская тектоническая эволюция северо-восточного и восточного обрамления Восточно-Европейской платформы. Статья 1. Протоуралиты, тиманиды и доордовикские гранитоидные вулканогенно-плутонические ассоциации Севера Урала и Тимано-Печорского региона // Литосфера. 2006. № 4. С. 3–23.
 20. Кузнецова Н.С. Состав и условия формирования мафитов Харбейского комплекса (Полярный Урал) // Литосфера. 2008. № 1. С. 513–64.
 21. Куликова М.Ф. Закономерности распределения селена и теллура в зоне окисления свинцово-цинковых месторождений Средней Азии // Геохимия. 1966. № 4. С. 423–429.
 22. Левитан М.А., Алексеев А.С., Бадулина Н.В. и др. Геохимия пограничных Сеноман-Туронских отложений Горного Крыма и Северо-Западного Кавказа // Геохимия. 2010. № 6. С. 570–591.
 23. Мамарозиков У.Д. Петрогенезис и рудоносность фаялитовых онгонитов Чаткало-Кураминского региона (Западный Тянь-Шань) // Магматизм и метаморфизм в истории Земли: тез. докл. XI Всеросс. петрографического совещ. Т. 2. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2010. С. 42–43.
 24. Мартиросян Р.А., Бабаева З.Э. Распределение селена и теллура в месторождениях полиметаллической рудной формации Малого Кавказа // Геохимия. 1974. № 3. С. 418–423.
 25. Молошаг В.П., Золоев К.К., Додин Д.А. Особенности минералообразования благородных металлов в рудах колчеданных месторождений и черносланцевых толщах Урала // Литосфера. 2008. № 3. С. 76–101.
 26. Нечелюстов Н.В., Попова Н.Н., Минцер Э.Ф. Распределение элементов-примесей в процессе гипогенного минералообразования в свинцово-цинковых и медно-молибденовых месторождениях Карамазара // Тр. ИМГРЭ. Вып. 5. Москва: Изд-во АН СССР. 1961. С. 3–42.
 27. Нечелюстов Н.В., Попова Н.Н., Минцер Э.Ф. и др. Селен и теллур в свинцово-цинковых месторождениях Алтын-Топканского рудного поля // Редкие элементы в сульфидных месторождениях. Тр. ИМГРЭ. Вып. 10. 1963. С. 125–135.
 28. Прямоносков А.П., Степанов А.Е., Бороздина Е.Н. Стратотип Устьконгорской свиты Войкарской СФЗ (Восточный склон Полярного Урала) // Уральский геологический журнал. 2010. № 3 (75). С. 11–14.
 29. Пшеничный Г.Н. О формах нахождения и особенностях распределения теллура в сульфидных рудах // Геохимия. 1961. № 8. С. 691–702.
 30. Пушкарев Е.В., Рязанцев А.В., Третьяков А.А. и др. Гранатовые ультрамафиты и мафиты в зоне Главного уральского разлома на Южном Урале: петрология, возраст и проблема образования // Литосфера. 2010. № 5. С. 101–133.
 31. Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М.: Наука. 1990. 182 с.
 32. Савельев В.Ф. Селен в метаморфических породах Узбекистана // Минералогия, Геохимия и Петрография. Науч. тр. Ташкентского ГУ. Вып. 372. Ташкент. 1970. С. 35–41.
 33. Савельев В.Ф., Баскаков М.П., Тростянский Г.Д. Селен в экзогенных минералах Средней Азии // Литология и полезные ископаемые. 1968. № 3. С. 129–135.
 34. Сахарова М.С., Брызгалова И.А., Раховская С.К. Минералогия селенидов в месторождениях вулканогенных поясов // Записки ВМО. 1993. № 3. С. 1–9.
 35. Сидельникова В.Д., Швей И.В. Селен в палеозойских отложениях Средней Азии // Очерки по геологии и геохимии рудных месторождений. М.: Наука, 1970. С. 307–310.
 36. Синдеева Н.Д. Минералогия, типы месторождений и основные черты геохимии селена и теллура. М.: Из-во АН СССР. 1959. 257 с.
 37. Синдеева Н.Д., Курбанова Н.З. О кларке селена в некоторых горных породах СССР // Докл. АН СССР. 1958. Т. 120. № 2. С. 353–355.
 38. Соколова Е.Г., Филипчук М.Ф. Селен в современных осадках Черного моря // Докл. АН СССР. 1970. Т. 193, № 3. С. 692–695.
 39. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора, ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. С. 379.
 40. Трошин Ю.П., Гребеницкова В.И., Кочеткова Л.Ф. Геохимические аспекты связи магматизма и золотого оруденения // Проблемы рудоносности магматических пород. Иркутск: ИГХ СО АН СССР. 1987. С. 51–86.
 41. Чжун Цзя-Жун. О селенсодержащей сурьмяно-рутутной формации // Тр. ИМГРЭ. Вып. 10. 1963. С. 158–170.
 42. Юдин И.М. Минеральный состав руд и редкие элементы Самарского пирротин-полиметаллического месторождения // Редкие элементы в сульфидных месторождениях. Тр. ИМГРЭ. Вып. 10. 1963. С. 248–267.
 43. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-

- примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: УрО РАН. 2005. 655 с.
44. Юшко-Захарова О.Е. К геохимии селена и теллура в медно-никелевых месторождениях // Редкие элементы в сульфидных месторождениях. Тр. ИМГРЭ. Вып. 10. 1963. С. 100–124.
 45. Юшко-Захарова О.Е., Иванов В.В., Воробьева М.С. и др. Геохимия селена, теллура, висмута в медно-цинковоколчеданных месторождениях Урала и некоторые вопросы колчеданного рудообразования // Геохимия. 1978. № 9. С. 1368–1378.
 46. Cook N.J., Ciobanu C.L., Pring A. et al. Trace and minor elements in sphalerite: A LA-ICPMS study // Geoch. et Cosmoch. Acta. V. 73, № 16. 2009. P. 4761–4791.
 47. Gao S., Luo T.-C., Zhang B.-R., et al. Chemical composition of the continental crust as revealed by studies in east China // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1998. V. 62, № 11. P. 1959–1975.
 48. Huber H., Koeberl C., McDonald I., Reimold W.U. Geochemistry and Petrology of Witwatersrand and Dwyka diamictites from South Africa: Search for an extraterrestrial component // Geoch. et Cosmoch. Acta. 2001. V. 65. № 12. P. 2007–2016.
 49. Maksimović Z., Dangić A., Jović V., Ršumović M. Selenium in the igneous rocks of Serbia (Yugoslavia) // Bull. Cl. Sci. math. et natur. Sci. natur. / Acad. Serbe sci. et arts. 1992. № 33. С. 23–37 // Реферативный журнал. 08. Геология. М.: ВИНТИ, 1994. № 4, 4В6.
 50. Morgan J.W., Ganapathy R., Higuchi H., Kranenbuhl U. Volatile and siderophile trace elements in anorthositic rocks from Fiskenaeset, West Greenland: comparison with, lunar and meteoritic analogues // Geoch. Cosmoch. Acta. 1976. V. 40. P. 861–887.
 51. Rudnick R.L., Gao S. Composition of the Continental Crust. University of Maryland, College Park, MD, USA. 2004. 64 с.
 52. Temur S., Orhan H, Deli A. Geochemistry of the limestone of Mortas Formation and related terra rossa, Seylisehir, Konya, Turkey // Геохимия, 2009. № 1. С. 72–97.
 53. Utsunomiya A., Jahn B.-m., Tsumotu O., Safonjva I.Y. A geochemical and Sr-Nd isotopic study of the Vendian greenstones from Gorny Altai, southern Siberia: Implications for the tectonic setting of the formation of greenstone and the role of oceanic plateaus in accretionary orogen // Lithos. 2009. V. 113, № 3-4. P. 437–453.
 54. Wedepohl K.H. The Composition of the Continental Crust. Geochimica et Cosmochimica Acta. 1995. № 7, V. 59. P. 1217–1232.