

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего образования  
“Национальный исследовательский Томский политехнический университет”

“УТВЕРЖДАЮ”  
Зав.кафедрой геоэкологии и геохимии,  
профессор, доктор геол-мин наук  
\_\_\_\_\_ Язиков Е.Г.  
“\_\_” \_\_\_\_\_ 2011

## ОЦЕНКА СРЕДНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Методические указания к выполнению лабораторной работы №1 по  
дисциплине “ УЧЕНИЕ О ГЕОХИМИИ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛАХ”  
**для студентов очного и заочного обучения**  
НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 020700 ГЕОЛОГИЯ  
Профиль «геология»

Томск 2011

Оценка среднего содержания химических элементов в верхней части континентальной земной коры: Методические указания к выполнению лабораторной работы №1 по дисциплине “Геохимия ” для бакалавров по направлению 020700 ГЕОЛОГИЯ, профиль “Геология” – Томск, 2011. – 8 с.

Составитель: профессор, доктор геол-минер. наук С.И. Арбузов

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры Геоэкологии и геохимии “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2011г.

Зав кафедрой,  
Профессор, доктор геол-минер. наук \_\_\_\_\_ Е.Г. Язиков

## ВВЕДЕНИЕ

Для характеристики среднего содержания элементов в земной коре используется понятие “кларк” – термин, предложенный академиком А.Е. Ферсманом в честь В.У. Кларка, впервые оценившего среднее содержание 10 породообразующих элементов в земной коре.

Понятие “кларк” рекомендуется использовать для характеристики среднего содержания в земной коре. Менее глобальные оценки рекомендуется именовать просто средним содержанием или, по предложению А.А. Беуса, региональными и локальными параметрами.

Для оценки кларка применяется несколько методов:

1. Наиболее обоснован и часто применяется метод расчета кларка как средневзвешенной величины средних содержаний по типам пород.

При этом необходимо квалифицированно решить три задачи:

- оценить достоверно доли масс участвующих в расчете горных пород;
- надежно оценить среднее содержание расчетных элементов в каждом типе пород;
- определить точность оценки кларка.

2. Метод баланса, основанный на представлении о том, что валовый состав осадочных и магматических пород идентичен, так как первые есть продукт разрушения вторых. Здесь решаются те же задачи, что и в первом случае. По сути это два идентичных метода, предназначенных для решения разных задач.

3. Метод средней пробы, когда кларк определяется из расчета среднего из группы конкретных проб, отобранных их пород, которые рассматриваются как некая средняя проба для земной коры. В качестве такой пробы рассматриваются ледниковые отложения или глубоководные глины.

Наиболее достоверен метод оценки кларка как средневзвешенной величины.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

**Цель работы** – изучить методы определения средних содержаний элементов в крупных блоках земной коры, научиться определять методы и способы оценки средних для конкретных территорий.

### Задачи работы:

- освоить метод расчета среднего содержания химических элементов как средневзвешенной величины;
- научиться определять точность оценки средней величины
- освоить методику оценки геохимической специализации горных пород

### Данные для расчета:

Материал для выполнения расчета предлагается в виде таблицы оценки средних содержаний для разных типов пород (приложение 1) и таблицы оценки средней распространенности пород различного состава в земной коре.

Таблица

Распространенность горных пород в земной коре

	Типы пород	Распространенность, %
	Осадочный слой, всего	23,63
	в том числе:	
1	пески и песчаники	5,11
2	глины и глинистые сланцы	10,40
3	карбонатные породы	3,85
4	кремнистые породы	0,33
5	эвапориты	0,26
6	кислые вулканиты	0,44
7	средние вулканиты	1,13
8	основные вулканиты	2,11
	Гранито-гнейсовый слой, всего	76,37
	в том числе:	
9	граниты	8,21
10	гранодиориты	3,38
11	базиты	1,5
12	сиениты	0,05
13	ультрабазиты	0,05
14	метапесчаники	2,92
15	парагнейсы и парасланцы	30,56

	Типы пород	Распространенность, %
16	карбонатные породы	1,13
17	железистые породы	0,38
18	гранито-гнейсы	23,21
19	металипариты	0,66
20	матаандезиты	1,03
21	метабазиты	3,29
	Итого:	100

Работа выполняется студентами по вариантам. Для каждого варианта предлагается один - два химических элемента. Вариант задачи выбирается для студентов очного обучения по номеру в списке группы, а заочного – по номеру зачетной книжки.

### СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

В ходе проведения работы выполняется последовательная обработка данных для выбранного элемента. Работа состоит из трех этапов.

**1 этап** – оценка среднего содержания элемента по типам пород: осадочные, вулканогенные, магматические, параметаморфиты, ортометаморфиты (см табл. 1).

**2 этап** – оценка кларка элемента как средневзвешенной величины средних содержаний по типам пород по формуле 1:

$$K = \sum X_i \cdot \Delta_i \quad (1),$$

где  $K$  – кларк элемента;  $X_i$  – содержание химического элемента в конкретном типе пород;  $\Delta_i$  – доля данного типа пород в расчетной совокупности.

**3 этап** – выявление геохимически специализированных типов пород на изученные элементы. Оценка геохимической специализации выполняется путем расчета кларка концентрации – отношения содержания химического элемента в конкретных типах пород к его кларку по формуле 2:

$$K_k = C/K \quad (2),$$

где  $K_k$  – кларк концентрации элемента;  $C$  – содержание химического элемента в конкретном типе пород, в %;  $K$  – кларк элемента в земной коре, в %.

## **СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА**

Резльтирующим итогом работы является таблица оценки средних содержаний элемента в различных типах пород и оценка кларка элемента в континентальной земной коре. Кроме этого выполняется анализ полученных данных и делается вывод о геохимической специализации определенных типов пород на изучаемый элемент.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Григорьев Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной земной коры /Геохимия, 2003, № 7. – С. 785 – 792.
2. Тейлор С.Р. Континентальная кора: ее состав и эволюция / С.Р. Тейлор, С.М. Мак-Леннан. – М.: Мир, 1988. – 384 с.
3. Ткачев Ю.А. Статистическая обработка геохимических данных. Методы и проблемы / Ю.А. Ткачев, Я.Э. Юдович. – Л.: Наука, 1975. – 233 с.

Приложение 1

Среднее содержание химических элементов в горных породах верхней части континентальной коры, г/т

Горные породы	Li	Na,%	K,%	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Mn,%	Co	Ni	Tl	Ge	Sn	Pb	As	Sb
Пески и песчаники	25	1,39	1,76	80	6,7	1,4	220	370	600	13	32	0,8	1,1	2,8	14	7,2	2,6
Глины, глинистые сланцы	46	1,02	2,73	130	10	2,8	240	460	970	19	47	1,3	2,0	3,5	14	9,3	1,0
Карбонатные породы	14	0,22	0,46	24	3,6	0,4	380	360	710	5,1	19	0,06	0,36	1,6	7	4,4	2,5
Кремнистые породы	7	0,33	0,91	52	3,8	1,6	110	900	225	1,3	37	-	-	-	6	-	-
Эвапориты	8	28,6	0,22	34	1,2	0,7	960	420	8	-	-	-	0,5	3,0	-	4,0	-
<b>Осадочные породы</b>																	
Кислые вулканыты	26	2,58	3,65	190	10	4,0	240	480	460	4,8	8,0	2,1	1,0	3,5	23	4,3	-
Средние вулканыты	20	2,72	1,49	75	2,9	1,4	390	410	1080	19	51	-	1,5	4,5	18	2,5	0,2
Основные вулканыты	13	1,94	0,77	43	1,2	1,2	440	390	1400	30	73	-	1,5	3,6	11	2,0	1,0
<b>Вулканыты в целом</b>																	
<b>Осадочный слой</b>																	
Граниты	37	2,69	3,58	180	5,0	3,6	150	750	400	1,0	3,5	1,9	2,8	3,0	19	1,6	0,2
Гранодиориты	26	2,74	2,52	120	2,2	2,1	440	560	700	0,8	16	0,86	1,3	1,9	15	1,8	0,2
Базиты	15	1,93	0,69	37	1,0	0,8	460	290	1400	48	140	0,18	1,4	4,0	6	2,0	0,34
Сиениты	28	3,59	5,78	110	0,6	1,9	200	1600	1200	3,0	4,0	1,4	1,0	4,0	12	1,4	0,22
Ультрабазиты	0,75	0,59	0,29	0,7	0,1	0,2	7	0,8	1500	150	2000	0,15	1,3	0,5	0,46	1,3	0,5
<b>Магматические породы</b>																	
Метапесчаники	19	1,55	1,97	35	2,0	1,2	130	380	550	16	46	0,44	0,8	4,5	18	7,6	5,9
Парагнейсы, сланцы	36	2,00	2,07	120	4,0	2,6	260	440	740	19	120	0,63	1,5	5,2	20	12	2,2
Карбонатные породы	9	0,19	0,34	7	2,0	0,9	580	360	2200	6,9	12	-	0,39	5,2	13	22	-
Железистые породы	2	0,96	0,41	15	0,3	0,6	160	280	76	5,0	18	-	2,5	4,5	27	7,5	-
<b>Параметаморфиты</b>																	
Гранито-гнейсы	26	2,62	2,8	110	1,7	1,8	250	700	400	17	23	0,69	0,5	3,3	19	1,4	0,33
Метариолиты	32	2,93	1,55	130	4,1	2,8	200	690	530	9,0	27	-	0,5	5,3	31	-	-
Метаандезиты	19	2,96	1,14	44	3,0	2,1	310	240	1000	17	40	0,5	0,5	1,9	12	7	-
Матабазиты	16	1,83	0,7	22	4,5	0,7	400	200	1300	49	130	0,2	0,9	3,0	9	3,3	-
<b>Ортометаморфиты</b>																	
<b>Гранито-гнейсовый слой</b>																	
<b>Верхняя часть континентальной коры</b>																	
<b>Кларк по Тейлору</b>	20	2,89	2,8	112	3,7	3,0	350	550	600	10	20	0,75	1,6	5,5	20	1,5	0,2

## окончание приложения 1

Горные породы	Se	Cu	Au,м г/т	Zn	Cd	Hg	Sc	Y	La	Ce	Th	U	Zr	Hf	V	Nb	Cr
Пески и песчаники	0,1	31	8,3	57	0,74	0,049	5,4	29	20	39	7,8	2,3	230	4.5	75	6.4	55
Глины, глинистые сланцы	0,36	36	6,5	52	1,0	0,089	15	31	48	75	10	4,5	190	5,0	120	11	76
Карбонатные породы	0,27	21	2,6	5	0,47	0,038	1,7	30	7	12	2,4	2,1	51	0.61	49	0.8	20
Кремнистые породы	-	7	2,0	3	0,12	0,068	4,8	-	16	15	3,4	5,0	19	1.5	-	-	-
Эвапориты	0,004	-	-	-	-	0,033	-	-	-	-	0,7	0,68	33	-	-	-	-
<b>Осадочные породы</b>																	
Кислые вулканиды	0,093	15	4,5	35	0,3	0,058	4,2	24	31	58	13	4,5	110	4.1	60	26	8.5
Средние вулканиды	0,063	44	2,3	31	0,15	0,049	15	19	28	50	4,1	1,1	110	3,6	71	19	30
Основные вулканиды	0,11	73	3,0	85	0,14	0,061	31	25	19	43	2,7	0,86	110	3.7	220	10	130
<b>Вулканиды в целом</b>																	
<b>Осадочный слой</b>																	
Граниты	0,07	10	2,7	39	0,17	0,066	6,5	50	48	72	18	3,9	180	3,9	38	21	5.6
Гранодиориты	0,08	29	2,8	59	0,11	0,06	13	36	51	75	9,9	2,7	140	2.5	91	20	22
Базиты	0,07	92	3,5	110	0,19	0,052	30	23	17	48	3,2	0,8	130	2.6	240	19	180
Сиениты	0,05	3	2,0	130	0,13	0,07	3	17	45	95	13	3,0	500	11	30	35	2.0
Ультрабазиты	0,05	10	6,0	46	0,05	-	12	2	3.9	8.6	0,004	0,001	43	0,46	42	13	2000
<b>Магматические породы</b>																	
Метапесчаники	0,1	44	9,5	61	-	0,1	5,4	15	22	37	7,7	1,7	170	4,7	80	7,1	130
Парагнейсы, сланцы	0,2	52	6,4	120	-	0,1	16	24	32	76	9,2	2,3	150	5,5	180	15	330
Карбонатные породы	-	21	1,0	59	-	0,031	1,8	4	26	51	1,7	0,7	32	-	31	1,4	38
Железистые породы	-	57	12,0	130	-	0,045	-	20	-	-	-	-	30	-	35	14	36
<b>Параметаморфиты</b>																	
Гранито-гнейсы	0,07	29	8,0	63	0,14	0,058	21	17	33	65	10	2,4	190	5,1	86	9,8	61
Метариолиты	0,91	28	2,2	120	-	-	9	53	20	43	9,5	-	170	7,6	42	14	33
Метаандезиты	-	39	2,9	100	-	-	9	24	34	69	16	-	160	-	110	8,1	47
Матабазиты	0,13	86	5,6	120	-	0,049	33	24	12	26	3,9	0,9	110	2,3	240	6,8	350
<b>Ортометаморфиты</b>																	
<b>Гранито-гнейсовый слой</b>																	
<b>Верхняя часть континентальной коры</b>																	
<b>Кларк по Тейлору</b>	0,05	25	1,8	71	0,098	-	11	22	30	64	10,7	2,8	190	5,8	60	25	35



