



Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ГЭГХ,
д.г.-м.н., профессор

Рихванов Л.П.

« 19 » мая 2005 г.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА
ПО ДАННЫМ РАЗЛИЧНЫХ СЪЕМОК**

Методические указания по выполнению лабораторной работы №4 по дисциплине «Геохимия. Геохимический мониторинг природных сред» для студентов очного и заочного обучения специальности 020804 (013600) «Геоэкология»

Институт геологии и нефтегазового дела
(полное название и сокращенное обозначение)

Обеспечивающая кафедра Геоэкологии и геохимии



УДК 681.3 : 519.2

Сравнительный статистический анализ эколого-геохимических оценок территории города по данным различных съемок. Метод. указ. по выполнению лаб. раб. №4 по дисциплине «Геохимия. Геохимический мониторинг природных сред» для студентов очного и заочного обучения специальности 320300 (013600).- Томск: Изд. ТПУ, 2005.- 24с.

Составители: доцент, к.ф.-м.н. А.А. Михальчук
доцент, к.г.-м.н. Е.Г. Язиков

Рецензент доцент, к.г.-м.н. В.В. Ершов

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры геоэкологии и геохимии 19 мая 2005 г.

Зав. кафедрой ГЭГХ,

профессор, доктор геол.-минер.наук

Л.П. Рихванов

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Статистические методы все более широко применяются при обработке геохимической информации экологического характера.

Целью работы является приобретение практических навыков использования статистических методов в геохимических исследованиях с использованием современного компьютерного инструментария (пакета STATISTICA 6,0).

В задачу исследований входит применение статистических методов анализа при сравнении эколого-геохимических оценок территории конкретного района города по данным литогеохимической, снеговой и биогеохимической съемок.

Вариант задачи определяется в соответствии с выполненным вариантом лаб. раб. № 1, 2, 3. Там же берутся исходные базы данных содержаний ассоциации химических элементов, полученных при проведении эколого-геохимических оценок территории одного и того же района города по данным снеговой (лаб. раб. №1), литогеохимической (лаб. раб. №2) и биогеохимической (лаб. раб. №3) съемок.

СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

Сравнительный статистический анализ результатов содержаний ассоциации химических элементов, полученных при проведении эколого-геохимических оценок территории района города по данным снеговой (С), литогеохимической (П) и биогеохимической (З) съемок, предполагает:

- I. Вычисление оценок числовых характеристик содержаний химических элементов в ассоциациях по трем средам (лаб. раб. № 1, 2, 3).
- II. Проведение оценки различия содержаний химических элементов по трем средам посредством применения непараметрических критериев попарного различия (неоднородности) выборок и построения составных гистограмм.
- III. Проведение оценки степени зависимости между выборками на основе корреляционно-регрессионного анализа:
 1. вычисление корреляционной матрицы трех ассоциаций и оценка значимости коэффициента корреляции,
 2. построение диаграммы рассеяния и уравнения регрессии для наиболее значимых корреляционных связей в ассоциациях.
- IV. Проведение оценки степени сходства результатов, полученных в разных средах, на основе кластер-анализа (метода иерархической группировки).

С использованием пакета STATISTICA 6,0 данная работа может быть выполнена в следующей последовательности.

На предварительном этапе создается файл (с названием, напр., ЭГХ.sta) категоризованной и отдельных по средам баз данных (Приложение №1, 2, 3, 4). При этом названия переменных элементов выносятся в названия переменных (столбцов).

На **этапе I** для вычисления оценок числовых характеристик содержаний химических элементов в ассоциациях по трем средам в активизированном пакете STATISTICA 6,0 необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в главном меню (полоса меню) модуль *Статистика*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля нажмите *Основная статистика/таблицы*.

Шаг 3. В появившемся окне выберите *Описательная статистика* и нажмите ОК.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и выберите переменные среды П (почва) раздельной по средам базы данных и нажмите ОК.

Шаг 5. Нажмите кнопку *Расширенный* и закажите (поставьте все необходимые числовые характеристики галочкой): объем выборки N, стандартное отклонение S, минимум (Min) и максимум (Max), среднее (m), асимметрию (A), эксцесс (E) и их стандартные ошибки (Std.Err.).

Шаг 6. После этого нажмите в окне *Описательная статистика* кнопку *Итог (Summary)*. Следующая таблица с результатами появится на экране (табл.1):

Таблица 1. Числовые характеристики содержаний микроэлементов в почве района г. Стрежевого

П	N	m	Min	Max	S	Std.Err. m	A	Std.Err. A	E	Std.Err. E
Pb	33	22,58	9,00	71,00	14,66	2,55	1,76	0,41	3,21	0,80
Zn	33	73,64	40,00	300,00	52,01	9,05	2,96	0,41	10,84	0,80
Cr	33	159,39	60,00	300,00	58,68	10,21	1,01	0,41	1,11	0,80
Ni	33	29,58	6,00	60,00	11,48	2,00	0,68	0,41	1,81	0,80
Co	33	9,76	3,00	20,00	4,93	0,86	0,35	0,41	-0,72	0,80
Cu	33	18,30	6,00	60,00	9,83	1,71	2,52	0,41	9,44	0,80
Mo	33	2,70	2,00	4,00	0,59	0,10	0,15	0,41	-0,49	0,80
Mn	33	412,12	200,00	600,00	119,26	20,76	0,58	0,41	-0,77	0,80
V	33	33,03	10,00	60,00	8,47	1,47	0,34	0,41	3,25	0,80
Sr	33	133,33	100,00	200,00	47,87	8,33	0,74	0,41	-1,55	0,80
Ba	33	351,52	100,00	1000,0	158,35	27,57	2,18	0,41	8,34	0,80

Стандартные ошибки показателей асимметрии и эксцесса могут быть использованы, в частности, в качестве критерия соответствия эмпирического распределения нормальному теоретическому.

Аналогичным образом можно вычислить числовые характеристики содержаний микроэлементов в снеговом осадке (табл.2) и золе растений (табл.3).

Таблица 2. Числовые характеристики содержаний микроэлементов в

снеговом осадке района г. Стрежевого

C	N	m	Min	Max	S	Std.Err. m	A	Std.Err. A	E	Std.Err. E
Pb	12	99,17	40,00	200,00	43,16	12,46	0,99	0,64	2,09	1,23
Zn	12	240,00	40,00	1500,00	425,95	122,96	2,82	0,64	8,16	1,23
Cr	12	69,17	40,00	150,00	29,99	8,66	1,84	0,64	4,73	1,23
Ni	12	19,25	8,00	40,00	12,45	3,60	0,81	0,64	-1,03	1,23
Co	12	5,17	3,00	8,00	2,08	0,60	0,32	0,64	-1,63	1,23
Cu	12	62,08	10,00	150,00	58,79	16,97	0,79	0,64	-1,27	1,23
Mo	12	3,58	2,00	6,00	1,31	0,38	0,94	0,64	0,31	1,23
Mn	12	325,00	100,00	600,00	160,26	46,26	0,47	0,64	-0,00	1,23
V	12	32,50	10,00	80,00	23,31	6,73	0,90	0,64	-0,19	1,23
Sr	12	258,33	200,00	300,00	51,49	14,86	-0,39	0,64	-2,26	1,23
Ba	12	391,67	300,00	800,00	156,43	45,16	2,04	0,64	3,91	1,23

Таблица 3. Числовые характеристики содержаний микроэлементов в золе растений района г. Стрежевого

З	N	m	Min	Max	S	Std.Err. m	A	Std.Err. A	E	Std.Err. E
Pb	5	3,56	1,40	6,00	2,08	0,93	0,24	0,91	-2,73	2,00
Zn	5	140,78	117,30	176,00	32,15	14,38	0,61	0,91	-3,33	2,00
Cr	5	16,00	10,00	20,00	4,18	1,87	-0,51	0,91	-0,61	2,00
Ni	5	13,56	4,80	24,00	7,56	3,38	0,44	0,91	-0,89	2,00
Co	5	1,60	0,60	3,00	0,88	0,39	1,02	0,91	2,00	2,00
Cu	5	12,76	8,80	16,50	3,53	1,58	0,30	0,91	-2,72	2,00
Mo	5	2,60	2,00	3,00	0,55	0,24	-0,61	0,91	-3,33	2,00
Mn	5	448,00	280,00	560,00	117,13	52,38	-0,51	0,91	-0,61	2,00
V	5	3,00	1,00	4,00	1,22	0,55	-1,36	0,91	2,00	2,00
Sr	5	336,00	240,00	480,00	131,45	58,79	0,61	0,91	-3,33	2,00
Ba	5	224,00	140,00	280,00	58,57	26,19	-0,51	0,91	-0,61	2,00

На **этапе II** для проведения оценки различия содержаний химических элементов по трем средам посредством применения непараметрических критериев попарного различия (неоднородности) выборок необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в главном меню (полоса меню) модуль *Статистика*.

Шаг 2. В нем нажмите *Непараметрические статистики*.

Шаг 3. В появившемся окне выберите *Сравнение двух независимых выборок* и нажмите ОК.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и

На **этапе I** для вычисления оценок числовых характеристик содержаний химических элементов в ассоциациях по трем средам в активизированном пакете STATISTICA 6,0 необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в главном меню (полоса меню) модуль *Статистика*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля нажмите *Основная статистика/таблицы*.

Шаг 3. В появившемся окне выберите *Описательная статистика* и нажмите ОК.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и выберите переменные среды П (почва) раздельной по средам базы данных и нажмите ОК.

Шаг 5. Нажмите кнопку *Расширенный* и закажите (поставьте все необходимые числовые характеристики галочкой): объем выборки N, стандартное отклонение S, минимум (Min) и максимум (Max), среднее (m), асимметрию (A), эксцесс (E) и их стандартные ошибки (Std.Err.).

Шаг 6. После этого нажмите в окне *Описательная статистика* кнопку *Итог (Summary)*. Следующая таблица с результатами появится на экране (табл.1):

Таблица 1. Числовые характеристики содержаний микроэлементов в почве района г. Стрежевого

П	N	m	Min	Max	S	Std.Err. m	A	Std.Err. A	E	Std.Err. E
Pb	33	22,58	9,00	71,00	14,66	2,55	1,76	0,41	3,21	0,80
Zn	33	73,64	40,00	300,00	52,01	9,05	2,96	0,41	10,84	0,80
Cr	33	159,39	60,00	300,00	58,68	10,21	1,01	0,41	1,11	0,80
Ni	33	29,58	6,00	60,00	11,48	2,00	0,68	0,41	1,81	0,80
Co	33	9,76	3,00	20,00	4,93	0,86	0,35	0,41	-0,72	0,80
Cu	33	18,30	6,00	60,00	9,83	1,71	2,52	0,41	9,44	0,80
Mo	33	2,70	2,00	4,00	0,59	0,10	0,15	0,41	-0,49	0,80
Mn	33	412,12	200,00	600,00	119,26	20,76	0,58	0,41	-0,77	0,80
V	33	33,03	10,00	60,00	8,47	1,47	0,34	0,41	3,25	0,80
Sr	33	133,33	100,00	200,00	47,87	8,33	0,74	0,41	-1,55	0,80
Ba	33	351,52	100,00	1000,0	158,35	27,57	2,18	0,41	8,34	0,80

Стандартные ошибки показателей асимметрии и эксцесса могут быть использованы, в частности, в качестве критерия соответствия эмпирического распределения нормальному теоретическому.

Аналогичным образом можно вычислить числовые характеристики содержаний микроэлементов в снеговом осадке (табл.2) и золе растений (табл.3).

Таблица 2. Числовые характеристики содержаний микроэлементов в

снеговом осадке района г. Стрежевого

C	N	m	Min	Max	S	Std.Err. m	A	Std.Err. A	E	Std.Err. E
Pb	12	99,17	40,00	200,00	43,16	12,46	0,99	0,64	2,09	1,23
Zn	12	240,00	40,00	1500,00	425,95	122,96	2,82	0,64	8,16	1,23
Cr	12	69,17	40,00	150,00	29,99	8,66	1,84	0,64	4,73	1,23
Ni	12	19,25	8,00	40,00	12,45	3,60	0,81	0,64	-1,03	1,23
Co	12	5,17	3,00	8,00	2,08	0,60	0,32	0,64	-1,63	1,23
Cu	12	62,08	10,00	150,00	58,79	16,97	0,79	0,64	-1,27	1,23
Mo	12	3,58	2,00	6,00	1,31	0,38	0,94	0,64	0,31	1,23
Mn	12	325,00	100,00	600,00	160,26	46,26	0,47	0,64	-0,00	1,23
V	12	32,50	10,00	80,00	23,31	6,73	0,90	0,64	-0,19	1,23
Sr	12	258,33	200,00	300,00	51,49	14,86	-0,39	0,64	-2,26	1,23
Ba	12	391,67	300,00	800,00	156,43	45,16	2,04	0,64	3,91	1,23

Таблица 3. Числовые характеристики содержаний микроэлементов в золе растений района г. Стрежевого

З	N	m	Min	Max	S	Std.Err. m	A	Std.Err. A	E	Std.Err. E
Pb	5	3,56	1,40	6,00	2,08	0,93	0,24	0,91	-2,73	2,00
Zn	5	140,78	117,30	176,00	32,15	14,38	0,61	0,91	-3,33	2,00
Cr	5	16,00	10,00	20,00	4,18	1,87	-0,51	0,91	-0,61	2,00
Ni	5	13,56	4,80	24,00	7,56	3,38	0,44	0,91	-0,89	2,00
Co	5	1,60	0,60	3,00	0,88	0,39	1,02	0,91	2,00	2,00
Cu	5	12,76	8,80	16,50	3,53	1,58	0,30	0,91	-2,72	2,00
Mo	5	2,60	2,00	3,00	0,55	0,24	-0,61	0,91	-3,33	2,00
Mn	5	448,00	280,00	560,00	117,13	52,38	-0,51	0,91	-0,61	2,00
V	5	3,00	1,00	4,00	1,22	0,55	-1,36	0,91	2,00	2,00
Sr	5	336,00	240,00	480,00	131,45	58,79	0,61	0,91	-3,33	2,00
Ba	5	224,00	140,00	280,00	58,57	26,19	-0,51	0,91	-0,61	2,00

На **этапе II** для проведения оценки различия содержаний химических элементов по трем средам посредством применения непараметрических критериев попарного различия (неоднородности) выборок необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в главном меню (полоса меню) модуль *Статистика*.

Шаг 2. В нем нажмите *Непараметрические статистики*.

Шаг 3. В появившемся окне выберите *Сравнение двух независимых выборок* и нажмите ОК.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и

выберите переменные категоризованной базы данных (переменная «Среда» - группировочная, а химические элементы - зависимые) и нажмите ОК. После этого в окнах кодов для групп появятся «П (почва)» и «С (снег)»

Шаг 5. После этого нажмите кнопку *тест Колмогорова - Смирнова*. Следующая таблица с результатами появится на экране:

K-S	Max Neg	Max Pos	p-level	m _п	m _с	S _п	S _с	N _п	N _с
Pb	-0,878788	0,000000	p < .001	22,5758	99,1667	14,6587	43,1611	33	12
Zn	-0,128788	0,030303	p > .10	73,6364	82,5000	52,0107	44,1331	33	12
Cr	0,000000	0,886364	p < .001	159,3939	69,1667	58,6802	29,9874	33	12
Ni	-0,030303	0,462121	p < .05	29,5758	19,2500	11,4838	12,4545	33	12
Co	0,000000	0,575758	p < .01	9,7576	5,1667	4,9310	2,0817	33	12
Cu	-0,469697	0,000000	p < .05	18,3030	62,0833	9,8345	58,7931	33	12
Mo	-0,356061	0,000000	p > .10	2,6970	3,5833	0,5855	1,3114	33	12
Mn	0,000000	0,333333	p > .10	412,1212	325,0000	119,2623	160,2555	33	12
V	-0,219697	0,386364	p > .10	33,0303	32,5000	8,4723	23,3063	33	12
Sr	-0,666667	0,000000	p < .001	133,3333	258,3333	47,8714	51,4929	33	12
Ba	-0,151515	0,030303	p > .10	351,5152	391,6667	158,3533	156,4279	33	12

Основной интерес представляет столбец уровней значимости (p-level) различий содержаний микроэлементов в почве и снеговом осадке.

Шаг 6. Вернитесь в окно *Сравнение двух независимых выборок* и нажмите кнопку *тест Манна - Уитни*. Следующая таблица с результатами появится на экране:

M-W	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	N _п	N _с	2*1sided
Pb	568,0	467,0	7,0	-4,9	0,000	-4,9	0,000	33	12	0,000
Zn	707,5	327,5	146,5	-1,3	0,186	-1,4	0,171	33	12	0,189
Cr	935,0	100,0	22,0	4,5	0,000	4,6	0,000	33	12	0,000
Ni	847,5	187,5	109,5	2,3	0,023	2,4	0,018	33	12	0,022
Co	873,5	161,5	83,5	2,9	0,003	3,0	0,003	33	12	0,002
Cu	670,5	364,5	109,5	-2,3	0,023	-2,3	0,020	33	12	0,022
Mo	675,5	359,5	114,5	-2,1	0,032	-2,4	0,018	33	12	0,031
Mn	832,5	202,5	124,5	1,9	0,059	2,0	0,048	33	12	0,059
V	793,0	242,0	164,0	0,9	0,383	0,9	0,352	33	12	0,395
Sr	588,5	446,5	27,5	-4,4	0,000	-4,8	0,000	33	12	0,000
Ba	736,5	298,5	175,5	-0,6	0,564	-0,6	0,535	33	12	0,568

Здесь также основной интерес представляет столбец уровней значимости (p-level) различий содержаний микроэлементов в почве и снеговом осадке.

Аналогичным образом проводится оценка различия содержаний

химических элементов по средам почва (П) и зола (З) или снег (С) и зола (З). Для этого на шаге 4 в окнах кодов для групп необходимо заказать нужные среды.

Полученные таким образом результаты оценки различия содержаний химических элементов по трем средам можно свести в одну таблицу 4. Степень различия содержаний химических элементов по средам отражена степенью затемнения заливок соответствующих ячеек с уровнями значимости.

Таблица 4. Непараметрические критерии (Колмогорова-Смирнова и Манна - Уитни) попарного сравнения содержаний химических элементов в почве (П), снеговом осадке (С) и золе (З) растений района г. Стржежевого

	П-С		П-З		С-З		m _п	m _с	m _з
	p	p-level	p	p-level	p	p-level			
	M-W	K-S	M-W	K-S	M-W	K-S			
Pb							22,58	99,17	3,56
Zn	0,186	p > .10					73,64	82,50	140,8
Cr							159,39	69,17	16,00
Ni					0,461	p > .10	29,58	19,25	13,56
Co							9,76	5,17	1,60
Cu			0,218	p > .10			18,30	62,08	12,76
Mo			0,796	p > .10	0,126	p > .10	2,70	3,58	2,60
Mn	0,059	p > .10	0,424	p > .10	0,171	p > .10	412,12	325,0	448,0
V	0,383	p > .10					33,03	32,50	3,00
Sr					0,343	p > .10	133,33	258,3	336,0
Ba	0,564	p > .10					351,52	391,7	224,0

Как следует из табл. 4, высоко значимыми по совокупности трех сред являются различия содержаний следующих химических элементов Pb (m_с = 99,17; m_п = 22,58 и m_з = 3,56), Cr (m_п = 159,39; m_с = 69,17 и m_з = 16,00) и Co (m_п = 9,76; m_с = 5,17 и m_з = 1,60); незначимыми по совокупности трех сред являются различия средних содержаний Mn (m_п = 412,12; m_с = 325,0 и m_з = 448,0). Остальные химические элементы имеют смешанные варианты различия содержаний по средам: например, содержания Zn в почве (m_п = 73,64) и в снеговом осадке (m_с = 82,50) различаются незначимо, в то же время средние содержания Zn в почве (m_п = 73,64) и в золе растений (m_з = 140,8) различаются высоко значимо, а средние содержания Zn в снеговом осадке (m_с = 82,50) и в золе растений (m_з = 140,8) различаются статистически значимо.

Наглядная демонстрация значимости различия содержания химического элемента по средам визуально реализуется построением составной гистограммы. Для построения составных по средам П, С и З гистограмм распределений содержаний химических элементов необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в главном меню (полоса меню) модуль *Графы*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля выберите *Категоризованные*

графы и далее щелкните мышкой на разновидности *Гистограммы*.

Шаг 3. В появившемся окне щелкните *Расширенный вариант*.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и выберите переменные категоризованной базы данных (например, переменная «Ni» – в окне «Переменная» и переменная «Среда» – в окне «X категория») и нажмите ОК.

Шаг 5. Далее в окне «X-Categories» выделите режим «Коды», нажмите кнопку *Specify Codes*, выберите *Все Category Codes* и нажмите ОК.

Шаг 6. После этого в окне «Компановка» выделите режим «Overlaid», в окне «Опции Гистограммы» выделите режим «Разрывы ...», в окне «Intervals» выделите режим «Категории» и укажите число 5 – 7 и нажмите кнопку ОК. Следующая составная гистограмма Ni по средам П, С и З появится на экране (рис.1).

Согласно табл.4, незначимо различаются распределения содержания Ni только по средам С и З.

Аналогичным образом строятся составные по средам П, С и З гистограммы распределений содержаний других химических элементов, например Со (рис.2), Zn (рис.3). Согласно табл.4, незначимо различаются распределения содержания Zn только по средам С и П. В случае с Со различия содержаний по совокупности трех сред являются высоко значимыми.

В первой части этапа III корреляция между результатами содержаний двух химических элементов может приблизительно характеризоваться прежде всего коэффициентом парной корреляции Пирсона r , отражающим степень линейной связи. Коэффициент корреляции Пирсона r характеризует корреляционную связь химических элементов, нормально распределенных. Последнее требование не всегда выполняется в случае малых выборок (см. рис. 1-3).

Для вычисления корреляционной матрицы одной из трех ассоциаций (сред) необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в головном меню (полоса меню) модуль *Статистика*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля нажмите *Основная статистика/таблицы*.

Шаг 3. В появившемся окне выберите *Корреляционные матрицы* и нажмите ОК.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите левую кнопку *Один переменный список*, выберите все переменные среды П (почва) раздельной по средам базы данных и нажмите ОК.

Шаг 5. После этого нажмите кнопку *Итог (Summary)*. Следующая таблица с результатами (значимые, то есть отличные от нуля, на уровне 0,05 коэффициенты парной корреляции Пирсона выделены красным цветом) появится на экране (табл.5).

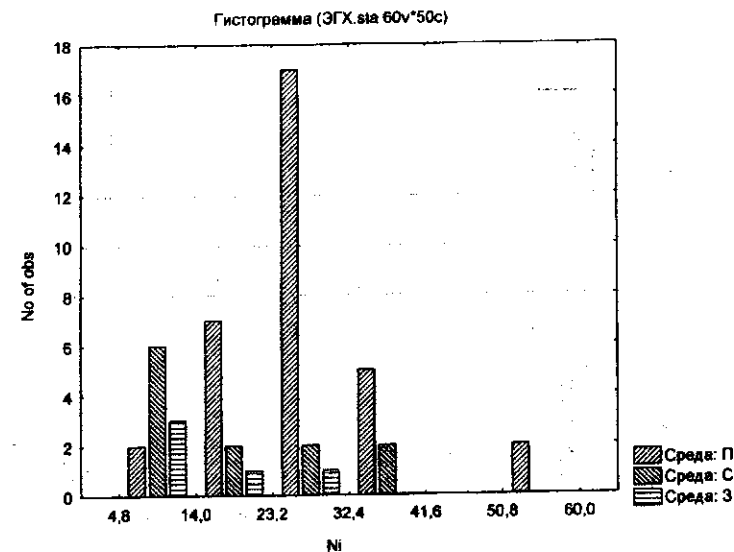


Рис.1. Составная гистограмма распределения содержания Ni по средам П,С и З

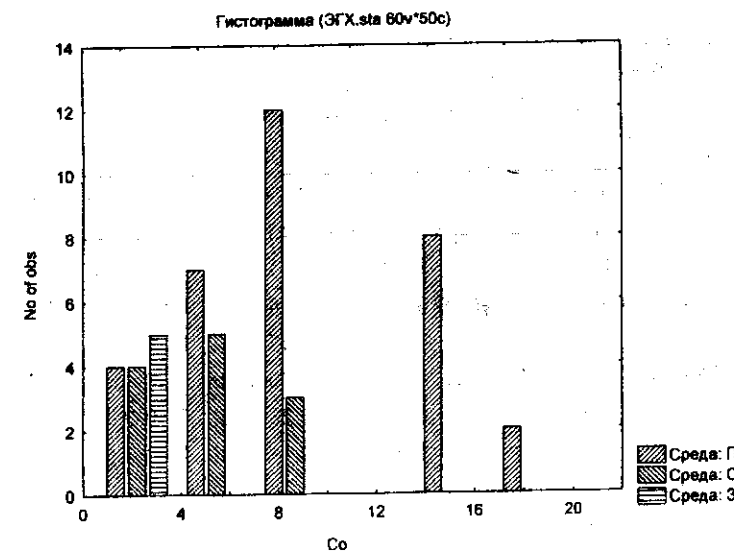


Рис. 2. Составная гистограмма распределения содержания Со по средам П,С и З

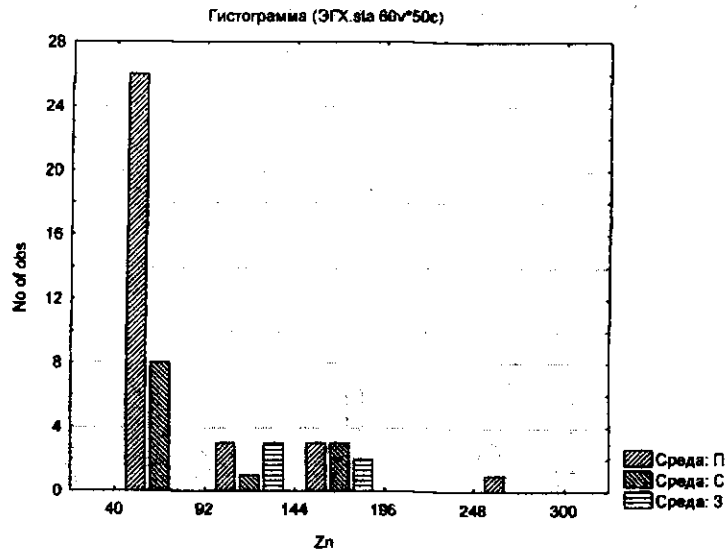


Рис. 3. Составная гистограмма распределения содержания Zn по средам П, С и З

Таблица 5. Корреляционная матрица ассоциации микроэлементов в почве (П) района г. Стрежевого

П	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Mn	V	Sr	Ba
Pb	1,00	0,73	-0,16	0,24	-0,04	0,30	-0,08	0,43	0,13	0,07	-0,05
Zn	0,73	1,00	-0,15	0,20	-0,01	0,44	-0,10	0,50	0,11	-0,04	0,01
Cr	-0,16	-0,15	1,00	-0,03	-0,15	0,04	0,13	-0,28	0,00	-0,06	-0,12
Ni	0,24	0,20	-0,03	1,00	0,40	0,65	0,62	0,57	0,31	0,49	
Co	-0,04	-0,01	-0,15	0,40	1,00	0,19	0,54	0,55	0,66	0,53	0,63
Cu	0,30	0,44	0,04	0,40	0,19	1,00	0,32	0,62	0,25	0,29	0,07
Mo	-0,08	-0,10	0,13	0,65	0,54	0,32	1,00	0,28	0,38	0,26	0,27
Mn	0,43	0,50	-0,28	0,62	0,55	0,62	0,28	1,00	0,40	0,31	0,36
V	0,13	0,11	0,00	0,57	0,66	0,25	0,38	0,40	1,00	0,51	0,60
Sr	0,07	-0,04	-0,06	0,31	0,53	0,29	0,26	0,31	0,51	1,00	0,55
Ba	-0,05	0,01	-0,12	0,49	0,63	0,07	0,27	0,36	0,60	0,55	1,00

Красным цветом жирным шрифтом выделен наименьший из значимых коэффициентов парной корреляции Пирсона. Зеленой заливкой выделен наиболее значимый коэффициент корреляции.

Аналогичным образом строятся корреляционные матрицы ассоциации

микроэлементов в снеговом осадке (табл. 6) и золе растений (табл. 7) района г. Стрежевого.

Таблица 6. Корреляционная матрица ассоциации микроэлементов в снеговом осадке (С) района г. Стрежевого

С	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Mn	V	Sr	Ba
Pb	1,00	0,41	-0,05	0,42	0,28	-0,00	0,35	0,13	0,63	0,19	0,69
Zn	0,41	1,00	0,65	0,70	0,58	0,51	0,88	0,44	0,09	0,52	
Cr	0,05	0,65	1,00	0,48	0,25	0,62	0,71	0,72	0,06	-0,26	-0,04
Ni	0,42	0,70	0,48	1,00	0,78	0,54	0,46	0,81	0,53	0,30	0,68
Co	0,28	0,70	0,25	0,78	1,00	0,39	0,46	0,45	0,31	0,66	0,65
Cu	-0,00	0,58	0,62	0,54	0,39	1,00	0,63	0,67	0,04	-0,12	0,22
Mo	0,35	0,51	0,71	0,46	0,46	0,63	1,00	0,44	0,23	-0,01	0,34
Mn	0,13	0,88	0,72	0,81	0,45	0,67	0,44	1,00	0,29	-0,19	0,23
V	0,63	0,44	0,06	0,53	0,31	0,04	0,23	0,29	1,00	0,13	0,77
Sr	0,19	0,09	-0,26	0,30	0,66	-0,12	-0,01	-0,19	0,13	1,00	0,52
Ba	0,69	0,52	-0,04	0,68	0,65	0,22	0,34	0,23	0,77	0,52	1,00

Таблица 7. Корреляционная матрица ассоциации микроэлементов в золе (З) растений района г. Стрежевого

З	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Mn	V	Sr	Ba
Pb	1,00	0,33	0,41	-0,24	-0,55	-0,24	-0,94	0,32	0,49	-0,86	-0,51
Zn	0,33	1,00	-0,22	0,17	-0,00	0,26	-0,17	0,33	-0,00	-0,67	-0,76
Cr	0,41	-0,22	1,00	0,58	0,27	0,50	-0,33	0,64	0,98	-0,22	-0,07
Ni	-0,24	0,17	0,58	1,00	0,85	0,37	0,70	0,63	0,10	-0,11	
Co	-0,55	-0,00	0,27	0,85	1,00	0,69	0,52	0,61	0,28	0,52	0,34
Cu	-0,24	0,26	0,50	0,37	0,69	1,00	0,46	0,50	0,57	-0,03	-0,34
Mo	-0,94	-0,17	-0,33	0,37	0,52	0,46	1,00	-0,33	-0,37	0,67	0,22
Mn	0,32	0,33	0,64	0,70	0,61	0,50	-0,33	1,00	0,73	-0,22	-0,07
V	0,49	-0,00	0,98	0,63	0,28	0,57	-0,37	0,73	1,00	-0,37	-0,24
Sr	-0,86	-0,67	-0,22	0,10	0,52	-0,03	0,67	-0,22	-0,37	1,00	0,87
Ba	-0,51	-0,76	-0,07	-0,11	0,34	-0,34	0,22	-0,07	-0,24	0,87	1,00

Как следует из табл. 5 – 7, наиболее значимые корреляционные связи в ассоциациях наблюдаются между Ni и Co в почве, между Ni и Zn в снеговом осадке, между Ni и Cu в золе растений. Рассмотрим эти наиболее значимые корреляционные связи в других средах.

Во второй части этапа III для построения составных диаграмм

рассеяния и уравнений регрессий для наиболее значимых корреляционных связей в ассоциациях необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в головном меню (полоса меню) модуль *Графы*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля выберите *Категоризированные графы* и далее щелкните мышкой на разновидности *Точечные вычерчивания*.

Шаг 3. В появившемся окне щелкните *Расширенный вариант*.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и выберите переменные категоризированной базы данных (например, переменная «Ni» – в окне «Scatterplot X», переменная «Cu» – в окне «Scatterplot Y» и переменная «Среда» – в окне «X категория») и нажмите ОК.

Шаг 5. Далее в окне «X-Categories» выделите режим «Коды», нажмите кнопку *Specify Codes*, выберите *Все Category Codes* и нажмите ОК.

Шаг 6. После этого в окне «Компановка» выделите режим «Overlaid», в окне «Статистика» выделите режим «Корреляция и p», в окне «Fit» выделите режим «Линейный» и нажмите кнопку ОК. Следующая составная диаграмма рассеяния с прямыми линиями составных регрессий Ni & Cu по средам П, С и З появится на экране (рис.4а). Попутно приводятся коэффициенты корреляции Пирсона с указанием их уровней значимости и уравнения регрессии зависимости Ni и Cu по средам П, С и З:

Если в окне «Компановка» выделите режим «Separate», то на экране появятся отдельные по средам П, С и З диаграммы рассеяния с прямыми регрессий (рис.4б).

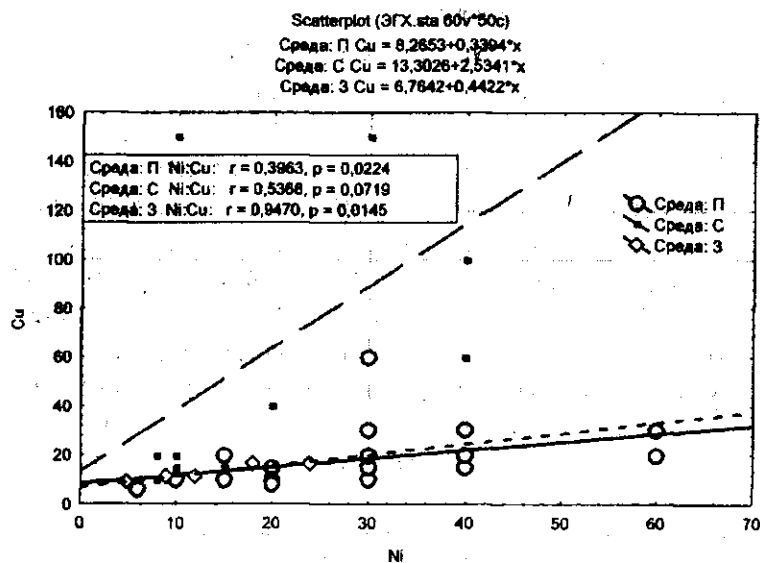


Рис.4а. Составная диаграмма рассеяния зависимости Ni и Cu по средам П, С и З

В последнем случае к прямой регрессии можно добавить 95% эллипс рассеяния и 95% доверительный интервал. Для этого достаточно щелкнуть дважды мышкой в поле диаграммы, нажать кнопку «Вычерчивание: Эллипс», нажать кнопку «Добавить новый эллипс»; аналогично нажать кнопку «Вычерчивание: Полосы регрессии», нажать кнопку «Добавить ...» и нажать ОК.

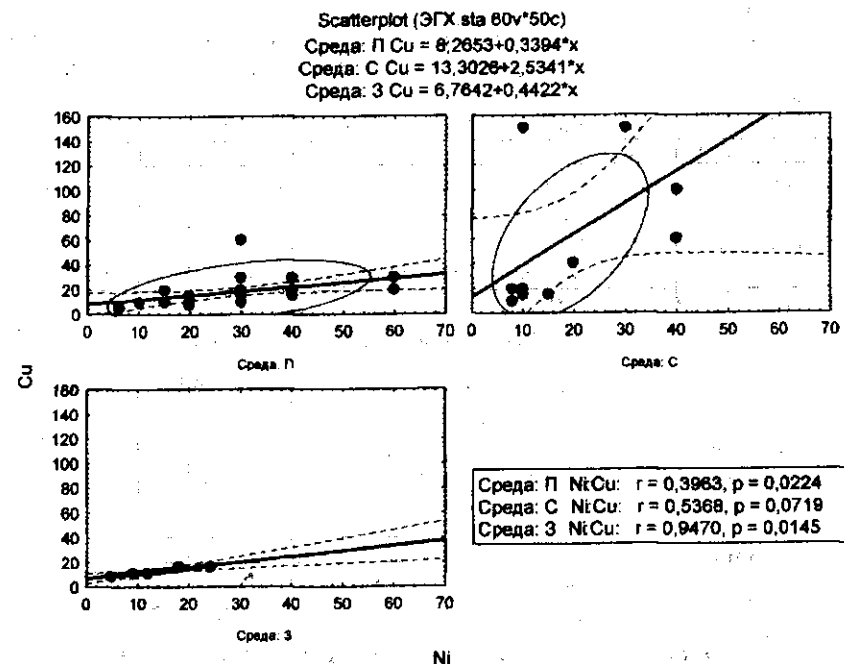


Рис.4б. Раздельные диаграммы рассеяния зависимости Ni и Cu по средам П,С,З

Как следует из рис.4, корреляционные связи между микроэлементами, значимые в одной среде, являются незначимыми в других. Визуально, согласно диаграмме рассеяния, незначимые корреляционные связи между парой микроэлементов характеризуются облаком значений пары, достаточно сильно распыленным около прямой регрессии, и широкой полосой регрессии. С увеличением значения коэффициента корреляции усиливается группировка точек вокруг этой прямой. На диаграммах рассеяния тонкой сплошной красной линией нарисован 95% эллипс рассеяния, а тонкой пунктирной красной линией – 95% доверительный интервал линии регрессии.

Корреляция между результатами содержания двух химических элементов может характеризоваться прежде всего коэффициентом парной корреляции Пирсона r , отражающим степень линейной связи, для нормальных

распределений или ранговым коэффициентом корреляции Спирмена R , если распределения заметно отличается от нормального (выборки малого объема). При этом оценка значимости корреляции приводит к уровню значимости для коэффициента корреляции, определяющих значимость отличия коэффициентов корреляции от нуля (значимость корреляции). Представляет интерес возможность определения коэффициента корреляции Спирмена R средствами пакета STATISTICA 6.0. Для этого необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в головном меню (полоса меню) модуль *Статистика*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля в нажмите *Непараметрические статистики*.

Шаг 3. В появившемся окне выберите *Корреляции* и нажмите ОК.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и выберите переменные среды П (почва) раздельной по средам базы данных (например, переменная «Ni» – в окне «First...», а переменная «Co» – в окне «Second...») и нажмите ОК.

Шаг 5. После этого нажмите кнопку *R Spearman*. Следующая таблица с результатами появится на экране:

	N	R Spearman	t(N-2)	p-level
Ni & Co	33	0,792152	7,226514	0,000000

Все рассмотренные выше случаи можно свести в табл.8.

Таблица 8. Коэффициент корреляции Спирмена для наиболее значимых корреляционных связей по средам района г. Стржежево

Элементы	П			С			З		
	N	R	p-level	N	R	p-level	N	R	p-level
Ni & Co	33	0,792	0,000000	12	0,578	0,049	5	0,872	0,054
Ni & Zn	33	0,388	0,026	12	0,738	0,0062	5	0,289	0,64
Ni & Cu	33	0,603	0,000205	12	0,622	0,031	5	0,949	0,0138

Представляет интерес оценка значимости различия между двумя коэффициентами корреляции одной и той же пары микроэлементов в разных средах. Для этого необходимо:

Шаг 1. Запустите в головном меню (полоса меню) модуль *Статистика*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля нажмите *Основная статистика / таблицы*.

Шаг 3. В появившемся окне выберите *Тесты расхождения* и нажмите ОК.

Шаг 4. В окне «Расхождение между двумя коэффициентами корреляции» введите значения сравниваемых значений коэффициентов корреляции (напр., для пары Ni & Co соответственно $r_1 = 0,79$ и $r_2 = 0,58$), объемов выборок ($N_1 = 33$ и $N_2 = 12$), выделите точкой двухсторонний режим и нажмите кнопку *Compute*. Здесь же в окне появится значение $p = 0,2882$, то есть

данные $r_1 = 0,79$ и $r_2 = 0,58$ при $N_1 = 33$ и $N_2 = 12$ различаются незначимо.

Перебирая таким образом все наиболее значимые пары (см. табл. 8), построим таблицу значимости различия между двумя коэффициентами корреляции одной и той же пары микроэлементов в разных средах (табл.9).

Таблица 9. Оценка значимости различия (p-level) между двумя коэффициентами корреляции одной и той же пары микроэлементов в разных средах

Элементы	П - С	П - З	С - З
Ni & Co	0,29	0,72	0,41
Ni & Zn	0,16	0,88	0,42
Ni & Cu	0,93	0,13	0,18

Таким образом, различия наиболее значимых корреляционных связей являются незначимыми по средам (в значительной степени благодаря малым объемам выборок). Например, если для пары Ni & Cu в случае С - З: $r_1 = 0,62$ и $r_2 = 0,95$ при $N_1 = 12$ и $N_2 = 5$ значение $p = 0,18$ дает различия незначимые, то в случае С - З: $r_1 = 0,62$ и $r_2 = 0,95$ при $N_1 = 12$ и $N_2 = 55$ (отличие только в N_2) уже значение $p = 0,003$ дает различия статистически значимые.

Рассмотрим также возможность применения кластерного анализа для сопоставления результатов исследований по средам и получения достоверных отличий посредством сопоставления ассоциаций химических элементов в дендрограммах разных выборок по средам. Задача кластерного анализа сводится к разбиению множества химических элементов на группы, в которые объединяются элементы с наивысшими значениями меры сходства. В качестве меры сходства используются парные коэффициенты корреляции Пирсона. Сначала выявляют наивысший коэффициент корреляции между отдельными парами, затем соответствующую пару объединяют в группу с помощью различных методов осреднения. Такой метод парного объединения применяется до тех пор, пока значения групповых коэффициентов корреляции не достигнут критического порогового значения, определяемого по заданному уровню значимости и объему выборки. Результаты кластер - анализа изображаются в виде дендрограммы, в которой по оси абсцисс располагаются символические обозначения химических элементов, а по оси ординат значение $1 - r$, соответствующее каждому иерархическому уровню группирования.

На этапе IV для оценки сходства результатов, полученных в разных средах, на основе кластер-анализа (метода иерархический группировки) необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Запустите в головном меню модуль *Статистика (Statistics)*.

Шаг 2. В стартовой панели модуля выберите *Многомерные исследующие методы (Multivariate Exploratory Techniques)* и далее щелкните мышкой на разновидности *Групповой анализ (Cluster Analysis)*.

Шаг 3. В появившемся окне щелкните *Joining*.

Шаг 4. В открывшемся окне нажмите кнопку *Переменные (Variables)* и выберите переменные среды П раздельной по средам базы данных и нажмите ОК.

Шаг 5. Далее в окне «Euclidean distances» выделите режим «1 - Pearson

», нажмите ОК.

Шаг 6. После этого щелкните окно «Вычерчивание по вертикали». Следующая дендрограмма по среде П появится на экране (рис.5).

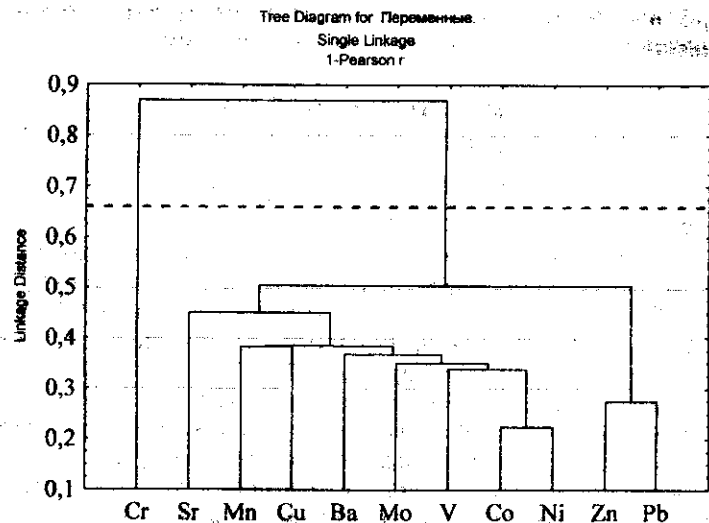


Рис. 5. Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра микроэлементов в почве района г. Стрежевого ($1 - r_{0,05} = 0,66$; $N = 33$).

Для изображения критического уровня ($1 - r_{0,05} = 0,66$) необходимо выполнить последовательность следующих действий:

Шаг 1. Дважды щелкнув мышкой по дендрограмме, войти в модуль «Все параметры».

Шаг 2. Активировать режим «Пользовательская функция».

Шаг 3. Заказать ряд параметров в окнах справа: в окне «Тип» - Parametric curve, в окне «Описание функции» - $\{Y(t) = t, X(t) = 0.66\}$, в окне «Узор» - выбрать Ширину, Шаблон (пунктирный) и Цвет (красный) линии, в окне «Размах выборки» - значения 0 - 12 (число химических элементов плюс 1).

Аналогичным образом строятся дендрограммы корреляционной матрицы геохимического спектра микроэлементов в снеговом осадке (рис.6), и в золе растений (рис.7) района г. Стрежевого.

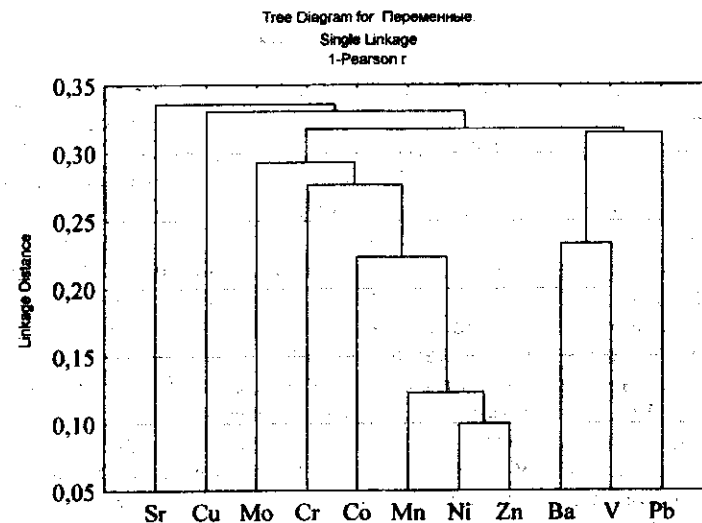


Рис. 6. Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра микроэлементов в снеговом осадке района г.Стрежевого ($1 - r_{0,05} = 0,42$; $N = 12$).

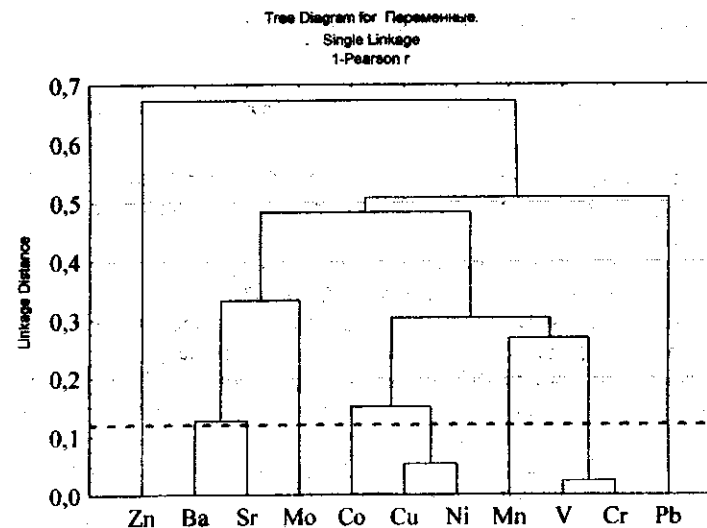


Рис. 7. Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра микроэлементов в золе растений района г. Стрежевого ($1 - r_{0,05} = 0,12$; $N = 5$).

Как следует из рис.5-7, геохимический спектр микроэлементов в золе растений существенно отличается от геохимического спектра микроэлементов в почве и в снеговом осадке.

ВЫВОДЫ

- Как следует из табл. 4, высоко значимыми по совокупности трех сред являются различия содержаний следующих химических элементов Pb ($m_C = 99,17$; $m_{II} = 22,58$ и $m_3 = 3,56$), Cr ($m_{II} = 159,39$; $m_C = 69,17$ и $m_3 = 16,00$) и Co ($m_{II} = 9,76$; $m_C = 5,17$ и $m_3 = 1,60$); незначимыми по совокупности трех сред являются различия средних содержаний Mn ($m_{II} = 412,12$; $m_C = 325,0$ и $m_3 = 448,0$). Остальные химические элементы имеют смешанные варианты различия содержаний по средам: например, содержания Zn в почве ($m_{II} = 73,64$) и в снеговом осадке ($m_C = 82,50$) различаются незначимо, в то же время средние содержания Zn в почве ($m_{II} = 73,64$) и в золе растений ($m_3 = 140,8$) различаются высоко значимо, а средние содержания Zn в снеговом осадке ($m_C = 82,50$) и в золе растений ($m_3 = 140,8$) различаются статистически значимо.
- Как следует из табл. 5 – 7, наиболее значимые корреляционные связи в ассоциациях наблюдаются между Ni и Co в почве, между Ni и Zn в снеговом осадке, между Ni и Cu в золе растений. Различия наиболее значимых корреляционных связей являются незначимыми по средам (в значительной степени благодаря малым объемам выборок).
- Как следует из рис.5-7, геохимический спектр микроэлементов в золе растений существенно отличается от геохимического спектра микроэлементов в почве и в снеговом осадке.

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Требования к оформлению лаб. раб. №4 стандартные (см. лаб. раб. №1 – 3).
Образец оформления титульного листа стандартен (Приложение №5)

Введение

1. Вычисление оценок числовых характеристик содержаний химических элементов в ассоциациях по трем средам (лаб. раб. № 1, 2, 3).
2. Проведение оценки различия содержаний химических элементов по трем средам посредством применения непараметрических критериев попарного различия (неоднородности) выборок.
3. Проведение оценки степени зависимости между выборками на основе корреляционно-регрессионного анализа:
 - а. вычисление корреляционной матрицы трех ассоциаций и оценка значимости коэффициента корреляции,
 - б. построение диаграммы рассеяния и уравнения регрессии для наиболее значимых корреляционных связей в ассоциациях.
4. Проведение оценки степени схождения результатов, полученных в разных средах, на основе кластер-анализа (метода иерархической группировки).

Заключение (выводы)

Литература

Литература

1. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. - М.: Наука. 1983 – 416с.
2. Боровиков В.П. Программа Statistica для студентов и инженеров. – М.: КомпьютерПресс. 2001 – 301с.
3. Боровиков В.П., Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. – СПб.: Питер, 2003 – 688с.
4. Дюран Б., Одед П. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 1977 – 128с.
5. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии. – М.: Недра, 1990. – 251с.
6. Крамер Г. Математические методы статистики. - М.: Мир. 1975 – 648с.
7. Миллер Р., Кан Дж. Статистический анализ в геологических науках. – М.: Мир, 1965. – 482с.
8. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 344с.
9. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. - М.: Наука. 1968 – 288с.
10. Родионов Д. А. Статистические решения в геологии. – М.: Недра, 1981. – 231с.
11. Смирнов Б.Н. Корреляционные методы при парагенетическом анализе. - М.: Недра, 1981 – 176с.
12. Справочник по математическим методам в геологии./Д. А. Родионов и др./ - М.: Недра, 1987 – 335с.
13. Ткачев Ю.А., Юдович Я.Э. Статистическая обработка геохимических данных. - Л.: Наука. 1975 – 233с.
14. Шарапов И. П. Применение математической статистики в геологии. – М.: Недра, 1965. – 260с
15. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун – та, 1988. – 208с.

Приложение 1.

Категоризованное содержание микроэлементов в почве, снеговом осадке и золе растений района г. Стрежевого, мг/кг

	Среда	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Mn	V	Sr	Ba
1	Почва	15	60	150	30	10	15	3	400	40	100	300
2	Почва	16	60	150	30	8	15	3	300	30	100	200
3	Почва	25	80	150	30	8	15	2	400	30	100	300
4	Почва	12	60	100	30	10	15	2	400	30	100	400
5	Почва	27	60	150	20	8	10	2	400	30	100	300
6	Почва	18	40	100	6	3	6	2	200	10	100	100
7	Почва	24	150	200	30	10	20	2	400	30	100	300
8	Почва	13	40	150	20	10	10	2	300	40	200	400
9	Почва	11	40	200	30	15	10	3	300	40	200	400
10	Почва	30	40	200	15	3	10	2	300	40	100	300
11	Почва	12	60	150	40	15	15	3	400	40	200	1000
12	Почва	13	40	300	15	3	20	2	300	30	100	300
13	Почва	9	40	60	40	15	15	3	600	30	100	400
14	Почва	11	60	100	30	10	20	3	300	30	100	200
15	Почва	16	80	300	60	15	20	4	400	40	100	400
16	Почва	15	40	150	40	15	20	3	600	40	200	600
17	Почва	10	40	300	10	3	10	2	300	20	100	100
18	Почва	59	80	150	60	20	30	3	600	40	200	400
19	Почва	11	40	200	30	15	15	4	400	30	200	400
20	Почва	20	60	100	20	10	15	2	400	30	200	400
21	Почва	30	150	200	30	6	60	3	600	30	200	300
22	Почва	33	100	100	30	10	30	3	600	30	100	300
23	Почва	24	60	150	40	15	20	3	600	40	200	400
24	Почва	35	100	200	30	10	20	3	400	30	100	400
25	Почва	11	40	150	30	15	20	3	400	40	100	400
26	Почва	30	150	100	40	20	30	3	600	60	200	600
27	Почва	15	40	200	30	10	15	3	400	30	100	300
28	Почва	47	100	150	30	4	15	3	400	30	100	300
29	Почва	20	60	150	20	4	10	3	300	30	100	300
30	Почва	40	60	150	30	6	20	3	300	40	200	300
31	Почва	71	300	100	30	6	20	2	600	30	100	300
32	Почва	11	40	100	20	4	8	2	300	20	100	300
33	Почва	11	60	150	30	6	30	3	400	30	100	200
34	Снег	100	40	40	8	4	20	3	100	15	300	400
35	Снег	100	40	60	10	6	15	4	100	10	300	300
36	Снег	40	60	40	8	6	10	2	200	10	300	300

37	Снег	80	60	60	10	3	150	3	300	10	200	300
38	Снег	100	150	80	40	8	100	3	600	30	300	400
39	Снег	100	100	80	30	8	150	6	400	60	300	600
40	Снег	80	150	150	30	6	150	6	600	15	200	300
41	Снег	200	150	60	40	8	60	4	400	80	300	800
42	Снег	100	60	80	20	4	40	3	300	40	300	400
43	Снег	100	80	80	10	3	20	3	300	60	200	300
44	Снег	150	60	60	10	3	15	4	300	30	200	300
45	Снег	40	40	40	15	3	15	2	300	30	200	300
46	Зола	3,2	176	15	18	1,6	16,5	3	420	3	240	140
47	Зола	5,4	176	15	12	1,6	11	2	560	3	240	210
48	Зола	6	117,3	20	9	0,6	11	2	420	4	240	210
49	Зола	1,4	117,3	10	4,8	1,2	8,8	3	280	1	480	280
50	Зола	1,8	117,3	20	24	3	16,5	3	560	4	480	280

Приложение 2.

Содержание микроэлементов в снеговом осадке района г. Стрежевого, мг/кг

	C	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Mn	V	Sr	Ba
1	100	40	40	8	4	20	3	100	15	300	400	
2	100	40	60	10	6	15	4	100	10	300	300	
3	40	60	40	8	6	10	2	200	10	300	300	
4	80	60	60	10	3	150	3	300	10	200	300	
5	100	150	80	40	8	100	3	600	30	300	400	
6	100	100	80	30	8	150	6	400	60	300	600	
7	80	150	150	30	6	150	6	600	15	200	300	
8	200	150	60	40	8	60	4	400	80	300	800	
9	100	60	80	20	4	40	3	300	40	300	400	
10	100	80	80	10	3	20	3	300	60	200	300	
11	150	60	60	10	3	15	4	300	30	200	300	
12	40	40	40	15	3	15	2	300	30	200	300	

Приложение 3.

Содержание микроэлементов в золе растений района г. Стрежевого, мг/кг

	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Mn	V	Sr	Ba
1	3,2	176	15	18	1,6	16,5	3	420	3	240	140
2	5,4	176	15	12	1,6	11	2	560	3	240	210
3	6	117,3	20	9	0,6	11	2	420	4	240	210
4	1,4	117,3	10	4,8	1,2	8,8	3	280	1	480	280
5	1,8	117,3	20	24	3	16,5	3	560	4	480	280

Приложение 4.

Содержание микроэлементов в почве района г. Стрежевого, мг/кг

П	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Mn	V	Sr	Ba
1	15	60	150	30	10	15	3	400	40	100	300
2	16	60	150	30	8	15	3	300	30	100	200
3	25	80	150	30	8	15	2	400	30	100	300
4	12	60	100	30	10	15	2	400	30	100	400
5	27	60	150	20	8	10	2	400	30	100	300
6	18	40	100	6	3	6	2	200	10	100	100
7	24	150	200	30	10	20	2	400	30	100	300
8	13	40	150	20	10	10	2	300	40	200	400
9	11	40	200	30	15	10	3	300	40	200	400
10	30	40	200	15	3	10	2	300	40	100	300
11	12	60	150	40	15	15	3	400	40	200	1000
12	13	40	300	15	3	20	2	300	30	100	300
13	9	40	60	40	15	15	3	600	30	100	400
14	11	60	100	30	10	20	3	300	30	100	200
15	16	80	300	60	15	20	4	400	40	100	400
16	15	40	150	40	15	20	3	600	40	200	600
17	10	40	300	10	3	10	2	300	20	100	100
18	59	80	150	60	20	30	3	600	40	200	400
19	11	40	200	30	15	15	4	400	30	200	400
20	20	60	100	20	10	15	2	400	30	200	400
21	30	150	200	30	6	60	3	600	30	200	300
22	33	100	100	30	10	30	3	600	30	100	300
23	24	60	150	40	15	20	3	600	40	200	400
24	35	100	200	30	10	20	3	400	30	100	400
25	11	40	150	30	15	20	3	400	40	100	400
26	30	150	100	40	20	30	3	600	60	200	600
27	15	40	200	30	10	15	3	400	30	100	300
28	47	100	150	30	4	15	3	400	30	100	300
29	20	60	150	20	4	10	3	300	30	100	300
30	40	60	150	30	6	20	3	300	40	200	300
31	71	300	100	30	6	20	2	600	30	100	300
32	11	40	100	20	4	8	2	300	20	100	300
33	11	60	150	30	6	30	3	400	30	100	200

Приложение 5

Федеральное агентство по образованию РФ

Томский политехнический университет

Кафедра геоэкологии и
геохимии

Лабораторная работа №4

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА
ПО ДАННЫМ РАЗЛИЧНЫХ СЪЕМОК**

(Вариант №)

Выполнил(а): студент(ка)
группы

Проверил:

Томск - 2005

**Сравнительный статистический анализ эколого-геохимических оценок
территории города по данным различных съемок**

Методические указания

Составители: доцент, к.ф.-м.н. А.А. Михальчук
доцент, к.г.-м.н. Е.Г. Язиков

Подписано к печати 19.05.2005г.
Тираж 100 экз. Заказ № 53. Бумага офсетная.
Формат 60X84/16. Объем 1,2 п.л.
Печать RISO. Отпечатано в типографии
ООО «РауШ мбХ»
Лицензия Серия ПД № 12-0092 от 03.05.2001г.
634034, г. Томск, ул. Усова 7, ком. 052, тел. (3822) 56-44-54