

Федеральное агентство по образованию

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

*Декан геолого-географического
факультета*

_____ *Г.М. Татьянин*

“ ____ ” _____ 200__ г.

КУРСОВАЯ РАБОТА

ПО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМУ КАРТИРОВАНИЮ

(обработка и графическое оформление результатов экогеохимического опробования почвогрунтов учебного участка)

Методические указания

Направление 020800 – Экология и природопользование
Специальность 020804 – Геоэкология

Статус дисциплины:
специальная дисциплина

Томск – 2009

ОДОБРЕНО кафедрой динамической геологии

Протокол № «__» _____ 2009 г.

Зав. кафедрой, профессор _____

В.П. Парначев

РЕКОМЕНДОВАНО методической комиссией

геолого-географического факультета

Председатель комиссии, доцент _____ Н.И. Савина

«__» _____ 2009 г.

Методические указания к курсовой работе по курсу «Геоэкологическое картирование» составлены на основе требований государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к минимуму содержания и уровня подготовки выпускников по направлению 511000 – геология от 10.03.2000г.

Составители:

Макаренко Николай Андреевич – доцент кафедры динамической геологии

Архипов Александр Леонидович – ассистент кафедры динамической геологии

Рецензент: профессор А.И. Летувнинкас

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОБРАБОТКЕ И ГРАФИЧЕСКОМУ ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОГЕОХИМИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ

1. Введение.

Одним из видов геоэкологического картографирования является построение карт распределения микроэлементов в почвогрунтах (верхний 30-сантиметровый слой почвы). Именно здесь накапливаются химические элементы, воздействие которых на окружающую среду может привести к негативным последствиям. При исследовании участка, который подвергся, или возможно подвергся, загрязнению проводят литохимическое опробование и определяют валовое содержание элементов в почвогрунтах, которое характеризует не только природное, но и антропогенное загрязнение.

Прежде чем приступить к обработке геохимических данных, следует убедиться в том, что они удовлетворяют определённым стандартам качества. Общая программа метрологического обеспечения качества включает следующие условия:

1. Аналитические исследования должны проводиться в лабораториях, прошедших аттестацию.
2. Необходимо проводить внутренний (внутрилабораторный), внешний (межлабораторный) и геологический контроль. Первый из них включает: контроль правильности и оценку точности результатов определений с помощью стандартных образцов и контрольных проб, контроль систематических расхождений результатов, получаемых принципиально различными методами. При внешнем (межлабораторном) контроле лаборатории, объединённые этой процедурой, проводят анализ не только контрольных образцов, но и стандартных проб по единой методике с последующей обработкой результатов и разработкой рекомендаций по улучшению качества работ. Геологический контроль предусматривает повторение опробования в количестве 3% от общего объёма отобранных проб.

После получения данных о содержаниях элементов в почвогрунтах для определения геоэкологического состояния исследуемого района необходимо сделать следующее:

1. Рассчитать статистические параметры распределения элементов в почвогрунтах.
2. Построить карты распределения элементов в почвогрунтах.
3. Интерпретировать полученные результаты.

Для выполнения лабораторных и контрольных работ необходимы следующие материалы:

- таблица химических анализов;
- карта фактического материала (схема опробования);
- пакеты прикладных программ MS Excel и GS Surfer.

2. Статистика.

Прежде чем начать картографические построения необходимо рассчитать статистические параметры распределения микроэлементов в почвогрунтах (среднее, фоновое и т.д.).

Ниже предложена методика расчёта количественных характеристик распределения элементов в различных природных объектах, разработанная Алексеенко В.А. и др. (2002) с дополнениями из «Экогеохимии ...» (1996).

2.1. Перевести данные из абсолютных % в мг/кг, при необходимости (Приложение 6).

2.2. Необходимо определить закон распределения. Распределение микроэлементов считается нормальным (т.е. по нормальному закону распределения) если выполняются условия:

$$\frac{A}{\sqrt{6/N}} \leq 3, \quad \frac{E}{2\sqrt{6/N}} \leq 3,$$

где А – асимметрия, Е – эксцесс, N – общее количество проб в выборке.

Если распределение не соответствует нормальному закону, то его следует считать логнормальным (Экогеохимия ..., 1996).

2.3. Провести выбраковку сомнительных данных.

Рассчитать для сомнительных крайних значений (по Дмитриев, 1995):

$$\tau_{\max} = \frac{|x_{\text{сомн}} - \bar{x}|}{S},$$

где $x_{\text{сомн}}$ – сомнительное крайнее значение, \bar{x} – среднее значение выборки, S – стандартное отклонение выборки.

Если $\tau_{\max} \geq \tau_{\max_{\alpha}}$, то $x_{\text{сомн}}$ отбраковывается, если $\tau_{\max} < \tau_{\max_{\alpha}}$, то выбраковка не требуется ($\tau_{\max_{\alpha}}$ – табличное значение, см. приложение 1).

2.4. Определить фоновые содержания элементов x_{ϕ} .

- Если геологическая среда слабо изменена:
 - При нормальном распределении $x_{\phi} = x_{\text{ср}}$.
 - При логнормальном – антилогарифм среднеарифметического логарифмов содержаний микроэлементов.

- Если геологическая среда изменена, то x_{ϕ} рассчитывается на базе данных контрольного (фоновый) участка.
- Если контрольный (фоновый участок) отсутствует – вместо «фона» используются кларки литосферы (Справочник..., 1990) или ноосферы (Приложение 2).

2.5. Рассчитать минимальное аномальное

$$x_a = x_{\phi} + 3S \quad \text{– для нормального распределения,}$$

$$C_a = C_{\phi} + 3S_{lg} \quad \text{– для логнормального распределения.}$$

2.6. Рассчитать кларк концентраций (K) (Приложение 2).

$$K = \frac{x_{cp}}{\text{кларк}}$$

2.7. Рассчитать коэффициенты концентраций (K_k), коэффициенты опасности (K_o) (Приложение 3).

$$K_k = \frac{x_i}{x_{\phi}}, \quad K_o = \frac{x_i}{\text{ПДК}}$$

2.8. Рассчитать суммарный показатель загрязнения (Z_c).

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_k - (n-1),$$

где n – общее число показателей, имеющих $K_k > 1$, K_k – коэффициент концентрации каждого из n компонентов.

2.9. Рассчитать коэффициенты корреляции, построить корреляционную матрицу.

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{S_x S_y}, \text{ где}$$

$-1 \leq \rho_{x,y} \leq 1$ и $\text{Cov}(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})$, S_x, S_y – стандартные отклонения первой (x) и второй (y) выборок.

2.10. Определить значимый коэффициент корреляции (Приложение 8), составить корреляционную матрицу и определить ассоциации коррелирующихся микроэлементов.

2.11. Занести все полученные результаты в таблицы.

Элемент	N (кол-во анализов)	$\frac{X_{cp}}{X_{min} - X_{max}}$	X_{ϕ}	S	X_a	K	Ассоциация элементов по коэффициенту корреляции	
							Положительная	Отрицательная

Номер т/н	Kk					Ko					Z_c
	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	

где TM_i – тяжелый металл

3. Построение карт.

3.1. Построение карты фактического материала.

3.2. Оцифровывание карты фактического материала.

3.3. Построение карты «аномальных точек» превышающих минимальное аномальное.

3.4. Построение карт изолиний по принципу «светофора»:

Зелёный – $x_i \leq x_{\phi}$;

Жёлтый – $ПДК > x_i > x_{\phi}$ или $x_a > x_i > x_{\phi}$;

Красный – $x_i \geq ПДК$ или $x_i \geq x_a$.

3.5. Построение карты полей суммарного показателя загрязнения (Z_c).

4. Интерпретация полученных данных.

На основе полученных данных (таблицы и карты) дать общий анализ экогеохимических особенностей изучаемой территории.

Примерная схема описания (рекомендуемое оглавление см. Приложение 12):

1. Общая характеристика района опробования (площадь, орография, ландшафты, геологическое строение, почвы, техногенные объекты).
2. Сеть опробования, количество проб, методика отбора, аналитические исследования.

3. Оформление результатов анализов в виде таблиц и картосхем. Дать характеристику цифрового материала (сопоставление фоновых, кларковых, минимальных аномальных концентраций, значений ПДК, коэффициентов корреляции и др.).

4. Анализ распределения элементов по составленным картам.

Итоговые выводы:

- 1) какие элементы накапливаются и (или) выносятся из почвогрунтов,
- 2) группы коррелирующихся элементов,
- 3) тип аномалий (точечный, площадной, линейный). Дать параметры аномалий – длина, ширина, площадь (в км² или в м² в зависимости от масштаба карты),
- 4) в каких ландшафтах и почвах концентрируются «аномальные» элементы,
- 5) тип загрязнений – природный, техногенный, неопределённого происхождения.
- 6) уровень загрязнения территории (Z_c).

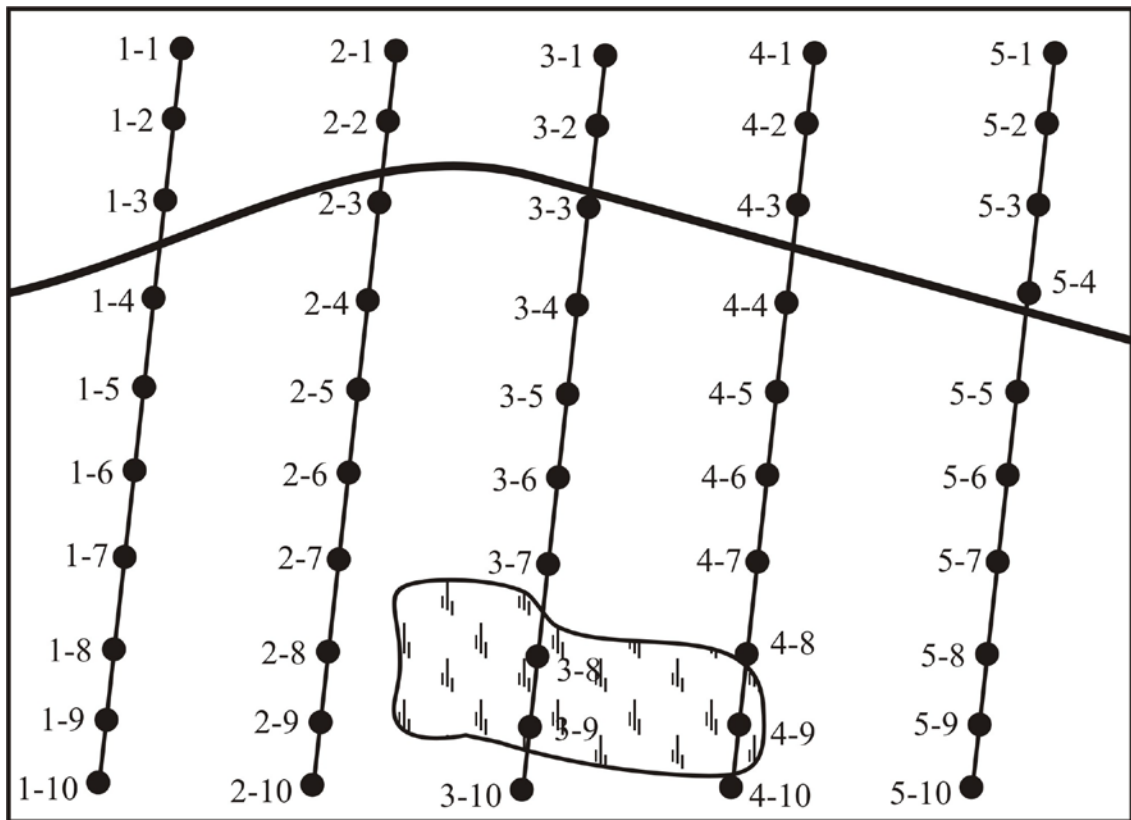
5. Пример решения задачи.

Задача: В таблице 5.1. приведены содержания (%) микроэлементов в почвогрунтах района опробования (рис. 5.1.) и фоновые концентрации микроэлементов по контрольному участку (табл. 5.2.). Необходимо рассчитать статистические параметры распределения микроэлементов в почвогрунтах, минимальные аномальные, подсчитать показатель Z_c , рассчитать коэффициенты корреляции, построить карты распределения микроэлементов, Z_c , карту «аномальных» точек, дать интерпретацию полученных результатов.

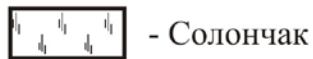
Таблица 5.1.

Содержание микроэлементов в почвогрунтах района опробования карты №1 (%).

Номер т/н	Mn	Cr	Pb	U	Mo
	10^2	10^3		10^4	
1-1	14,07	27,50	3,20	1,20	2,50
1-2	14,07	23,72	3,50	2,00	2,80
1-3	11,17	25,26	3,10	1,90	2,50
1-4	13,39	29,28	2,80	2,00	3,90
1-5	12,37	28,08	2,60	2,10	3,50
1-6	14,18	30,08	2,10	1,20	2,50
1-7	11,36	21,02	2,00	1,60	3,50
1-8	12,28	26,81	1,60	1,60	2,20
1-9	12,84	28,32	1,20	1,60	4,00
1-10	13,42	28,77	1,60	1,40	2,60
2-1	11,48	25,67	3,30	1,00	2,60
2-2	13,08	23,80	3,70	1,50	3,70
2-3	14,16	23,07	3,30	2,30	4,10
2-4	12,98	21,37	2,80	1,80	3,90
2-5	13,61	21,12	2,80	1,20	3,50
2-6	11,74	26,02	2,90	2,20	4,20
2-7	13,49	23,20	2,50	1,60	4,30
2-8	13,69	22,82	1,30	2,00	3,80
2-9	12,46	26,64	1,40	2,40	4,60
2-10	13,67	25,23	1,90	1,90	4,30
3-1	14,08	28,50	3,70	2,00	2,60
3-2	11,71	19,97	3,50	1,80	3,10
3-3	11,18	28,68	2,80	1,00	3,30
3-4	12,94	31,64	3,00	1,80	3,50
3-5	12,27	23,95	2,70	1,80	3,10
3-6	11,45	19,11	2,60	1,60	2,80
3-7	13,69	19,70	1,90	1,80	4,30
3-8	11,43	20,81	1,70	2,60	5,20
3-9	12,12	24,75	1,20	3,20	4,60
3-10	12,13	27,23	1,70	2,70	5,60
4-1	13,71	22,28	3,20	0,90	3,70
4-2	11,48	21,14	3,20	1,50	3,50
4-3	12,71	18,98	3,40	1,60	2,80
4-4	11,98	25,77	3,60	1,90	2,90
4-5	11,92	25,01	2,90	1,90	2,70
4-6	12,80	21,52	2,50	2,00	3,50
4-7	13,10	30,31	1,70	2,20	3,00
4-8	11,96	23,20	2,00	2,60	4,40
4-9	12,32	29,85	0,90	3,10	5,00
4-10	13,78	20,25	0,90	2,90	5,20
5-1	11,39	19,23	2,90	1,60	2,80
5-2	11,84	22,90	3,20	1,40	3,40
5-3	11,88	31,63	2,60	2,10	2,40
5-4	14,01	19,00	2,40	2,20	3,10
5-5	11,36	27,14	1,90	1,40	2,80
5-6	12,13	23,75	2,00	1,70	2,90
5-7	11,56	21,23	1,60	2,20	3,60
5-8	11,17	26,56	2,00	1,60	3,90
5-9	11,75	22,48	1,80	2,30	3,80
5-10	11,82	22,26	1,30	1,70	5,30



Условные обозначения:



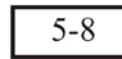
- Солончак



- Точка опробования



- Шоссе



- Номер

Рис. 5.1. Карта опробования №1

Таблица 5.2.

Таблица фоновых значений по данным контрольного участка (мг/кг)

Элемент	Mn	Cr	Pb	U	Mo
Фон	650	75	20	1,9	1,3

Порядок работы:

СТАТИСТИКА

1. Перевести данные из абсолютных % в мг/кг. (см. п.2.1)

Таблица 5.3.

Содержание микроэлементов в почвогрунтах района опробования карты №1 (мг/кг).

Номер т/н	Mn	Cr	Pb	U	Mo
1-1	1407,00	275,00	32,00	1,20	2,50
1-2	1406,00	237,20	35,00	2,00	2,80
1-3	1116,00	252,60	31,00	1,90	2,50
1-4	1338,00	292,70	28,00	2,00	3,90
1-5	1237,00	280,80	26,00	2,10	3,50
1-6	1417,00	300,80	21,00	1,20	2,50
1-7	1135,00	210,20	20,00	1,60	3,50
1-8	1228,00	268,10	16,00	1,60	2,20
1-9	1284,00	283,20	12,00	1,60	4,00
1-10	1342,00	287,60	16,00	1,40	2,60
2-1	1148,00	256,70	33,00	1,00	2,60
2-2	1308,00	237,90	37,00	1,50	3,70
2-3	1416,00	230,70	33,00	2,30	4,10
2-4	1298,00	213,70	28,00	1,80	3,90
2-5	1361,00	211,10	28,00	1,20	3,50
2-6	1174,00	260,10	29,00	2,20	4,20
2-7	1349,00	231,90	25,00	1,60	4,30
2-8	1369,00	228,10	13,00	2,00	3,80
2-9	1246,00	266,30	14,00	2,40	4,60
2-10	1367,00	252,30	19,00	1,90	4,30
3-1	1407,00	285,00	37,00	2,00	2,60
3-2	1170,00	199,60	35,00	1,80	3,10
3-3	1117,00	286,70	28,00	1,00	3,30
3-4	1293,00	316,30	30,00	1,80	3,50
3-5	1226,00	239,40	27,00	1,80	3,10
3-6	1144,00	191,10	26,00	1,60	2,80
3-7	1368,00	197,00	19,00	1,80	4,30
3-8	1142,00	208,10	17,00	2,60	5,20
3-9	1211,00	247,50	12,00	3,20	4,60
3-10	1213,00	272,20	17,00	2,70	5,60
4-1	1371,00	222,80	32,00	0,90	3,70
4-2	1148,00	211,30	32,00	1,50	3,50
4-3	1270,00	189,80	34,00	1,60	2,80
4-4	1198,00	257,60	36,00	1,90	2,90
4-5	1192,00	250,00	29,00	1,90	2,70
4-6	1279,00	215,20	25,00	2,00	3,50
4-7	1309,00	303,10	17,00	2,20	3,00
4-8	1196,00	232,00	20,00	2,60	4,40
4-9	1231,00	298,50	9,00	3,10	5,00
4-10	1377,00	202,50	9,00	2,90	5,20
5-1	1139,00	192,30	29,00	1,60	2,80
5-2	1184,00	229,00	32,00	1,40	3,40
5-3	1187,00	316,30	26,00	2,10	2,40
5-4	1401,00	190,00	24,00	2,20	3,10
5-5	1136,00	271,30	19,00	1,40	2,80
5-6	1212,00	237,50	20,00	1,70	2,90
5-7	1155,00	212,20	16,00	2,20	3,60
5-8	1116,00	265,60	20,00	1,60	3,90
5-9	1174,00	224,80	18,00	2,30	3,80
5-10	1181,00	222,50	13,00	1,70	5,30

2. Рассчитать статистические характеристики имеющихся выборок (в программе MS Excel в меню Сервис\Анализ данных... \Описательная статистика необходимо выбрать требуемый интервал и в новом листе появится описательная статистика всех выбранных данных. Рис. 5.2).

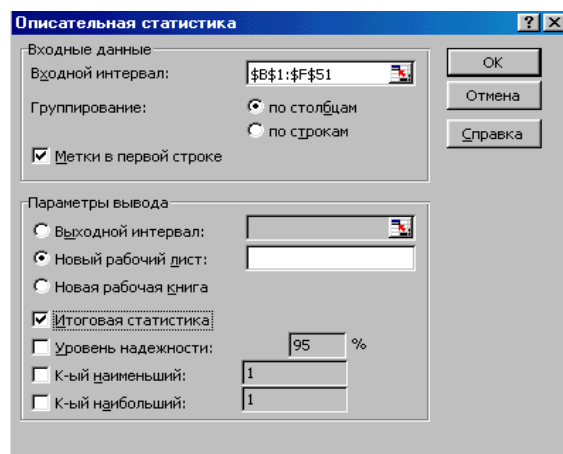


Рис. 5.2.

3. Проверить закон распределения по приведённым выше формулам (п.2.2.).
В нашем примере для всех микроэлементов закон распределения нормальный.
4. Конечных сомнительных значений нет, поэтому выбраковка не проводится.
5. Определить x_{ϕ} . (п.2.4.)
Для всех микроэлементов данного примера фоновые значения определены по контрольному (фоновому) участку (данные необходимо занести в таблицу 5.6)
6. Рассчитать минимальное аномальное. (п.2.5.)
(полученные результаты необходимо занести в таблицу 5.6)
7. Рассчитать кларк концентрации. (п.2.6.)
(полученные результаты необходимо занести в таблицу 5.6)
8. Рассчитать коэффициенты концентраций (K_k), коэффициенты опасности K_o , (п.2.7.) и Z_c (п.2.8.). Таблица 5.4.

Таблица 5.4.

Номер т/н	Kk					Ko					СПЗ
	Mn	Cr	Pb	U	Mo	Mn	Cr	Pb	U	Mo	
1-1	2,17	3,67	1,60	0,63	1,92	0,94	-	0,80	0,24	0,83	6,36
1-2	2,16	3,16	1,75	1,05	2,15	0,94	-	0,88	0,40	0,93	6,28
1-3	1,72	3,37	1,55	1,00	1,92	0,74	-	0,78	0,38	0,83	5,56
1-4	2,06	3,90	1,40	1,05	3,00	0,89	-	0,70	0,40	1,30	7,42
1-5	1,90	3,74	1,30	1,11	2,69	0,82	-	0,65	0,42	1,17	6,74
1-6	2,18	4,01	1,05	0,63	1,92	0,95	-	0,53	0,24	0,83	6,17
1-7	1,75	2,80	1,00	0,84	2,69	0,76	-	0,50	0,32	1,17	5,24
1-8	1,89	3,58	0,80	0,84	1,69	0,82	-	0,40	0,32	0,73	5,16
1-9	1,98	3,78	0,60	0,84	3,08	0,86	-	0,30	0,32	1,33	6,83
1-10	2,07	3,84	0,80	0,74	2,00	0,89	-	0,40	0,28	0,87	5,90
2-1	1,77	3,42	1,65	0,53	2,00	0,77	-	0,83	0,20	0,87	5,84
2-2	2,01	3,17	1,85	0,79	2,85	0,87	-	0,93	0,30	1,23	6,88
2-3	2,18	3,08	1,65	1,21	3,15	0,94	-	0,83	0,46	1,37	7,27
2-4	2,00	2,85	1,40	0,95	3,00	0,87	-	0,70	0,36	1,30	6,25
2-5	2,09	2,82	1,40	0,63	2,69	0,91	-	0,70	0,24	1,17	6,00
2-6	1,81	3,47	1,45	1,16	3,23	0,78	-	0,73	0,44	1,40	7,11
2-7	2,08	3,09	1,25	0,84	3,31	0,90	-	0,63	0,32	1,43	6,73

2-8	2,11	3,04	0,65	1,05	2,92	0,91	-	0,33	0,40	1,27	6,12
2-9	1,92	3,55	0,70	1,26	3,54	0,83	-	0,35	0,48	1,53	7,27
2-10	2,10	3,36	0,95	1,00	3,31	0,91	-	0,48	0,38	1,43	6,77
3-1	2,17	3,80	1,85	1,05	2,00	0,94	-	0,93	0,40	0,87	6,87
3-2	1,80	2,66	1,75	0,95	2,38	0,78	-	0,88	0,36	1,03	5,60
3-3	1,72	3,82	1,40	0,53	2,54	0,75	-	0,70	0,20	1,10	6,48
3-4	1,99	4,22	1,50	0,95	2,69	0,86	-	0,75	0,36	1,17	7,40
3-5	1,89	3,19	1,35	0,95	2,38	0,82	-	0,68	0,36	1,03	5,81
3-6	1,76	2,55	1,30	0,84	2,15	0,76	-	0,65	0,32	0,93	4,76
3-7	2,11	2,63	0,95	0,95	3,31	0,91	-	0,48	0,36	1,43	6,04
3-8	1,76	2,78	0,85	1,37	4,00	0,76	-	0,43	0,52	1,73	6,90
3-9	1,86	3,30	0,60	1,68	3,54	0,81	-	0,30	0,64	1,53	7,39
3-10	1,87	3,63	0,85	1,42	4,31	0,81	-	0,43	0,54	1,87	8,23
4-1	2,11	2,97	1,60	0,47	2,85	0,91	-	0,80	0,18	1,23	6,53
4-2	1,77	2,82	1,60	0,79	2,69	0,77	-	0,80	0,30	1,17	5,88
4-3	1,96	2,53	1,70	0,84	2,15	0,85	-	0,85	0,32	0,93	5,34
4-4	1,84	3,44	1,80	1,00	2,23	0,80	-	0,90	0,38	0,97	6,31
4-5	1,83	3,33	1,45	1,00	2,08	0,79	-	0,73	0,38	0,90	5,70
4-6	1,97	2,87	1,25	1,05	2,69	0,85	-	0,63	0,40	1,17	5,83
4-7	2,02	4,04	0,85	1,16	2,31	0,87	-	0,43	0,44	1,00	6,52
4-8	1,84	3,09	1,00	1,37	3,38	0,80	-	0,50	0,52	1,47	6,69
4-9	1,90	3,98	0,45	1,63	3,85	0,82	-	0,23	0,62	1,67	8,35
4-10	2,12	2,70	0,45	1,53	4,00	0,92	-	0,23	0,58	1,73	7,35
5-1	1,75	2,56	1,45	0,84	2,15	0,76	-	0,73	0,32	0,93	4,92
5-2	1,82	3,05	1,60	0,74	2,62	0,79	-	0,80	0,28	1,13	6,09
5-3	1,83	4,22	1,30	1,11	1,85	0,79	-	0,65	0,42	0,80	6,30
5-4	2,16	2,53	1,20	1,16	2,38	0,93	-	0,60	0,44	1,03	5,43
5-5	1,75	3,62	0,95	0,74	2,15	0,76	-	0,48	0,28	0,93	5,52
5-6	1,87	3,17	1,00	0,89	2,23	0,81	-	0,50	0,34	0,97	5,26
5-7	1,78	2,83	0,80	1,16	2,77	0,77	-	0,40	0,44	1,20	5,54
5-8	1,72	3,54	1,00	0,84	3,00	0,74	-	0,50	0,32	1,30	6,26
5-9	1,81	3,00	0,90	1,21	2,92	0,78	-	0,45	0,46	1,27	5,94
5-10	1,82	2,97	0,65	0,89	4,08	0,79	-	0,33	0,34	1,77	6,86

9. Рассчитать коэффициенты корреляции (п.2.9.) (в программе MS Excel в меню Сервис\Анализ данных...\Корреляция необходимо выбрать требуемый интервал и в новом листе появится корреляционная матрица. Рис. 5.3).

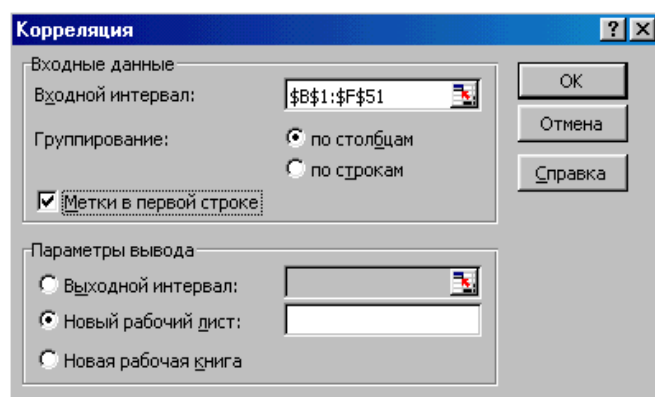


Рис. 5.3

10. Определить значимый коэффициент и коррелирующиеся микроэлементы. (п.2.10.)

При $\alpha = 0,01$ и $N = 50$, значимый коэффициент корреляции $r = 0,36$. Согласно корреляционной матрице (Табл. 5.5) свинец имеет отрицательную корреляционную связь с ураном и молибденом, а уран положительно скоррелирован с молибденом. (Полученные результаты занести в таблицу 5.6)

Таблица 5.5

	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Pb</i>	<i>U</i>	<i>Mo</i>
<i>Mn</i>	1				
<i>Cr</i>	0,07	1			
<i>Pb</i>	0,06	-0,10	1		
<i>U</i>	-0,02	0,01	-0,47	1	
<i>Mo</i>	0,01	-0,16	-0,52	0,58	1

11.Полученные результаты занести в таблицу 5.6. (п.2.11.)

Таблица 5.6.

Элемент	N (кол-во анализов)	$\frac{X_{\text{ср.}}}{X_{\text{min}} - X_{\text{max}}}$	X_{ϕ}	S	X_a	K	Ассоциация элементов по коэффициенту корреляции	
							Положительная	Отрицательная
Mn	50	$\frac{1254,38}{1116,5 - 1417,8}$	650	97,5	942,5	2.85	-	-
Cr	50	$\frac{245,33}{189,8 - 316,4}$	75	35,7	182,2	4.9	-	-
Pb	50	$\frac{24,08}{9,0 - 37,0}$	20	7,9	43,8	2.0	-	U, Mo
U	50	$\frac{1,87}{0,9 - 3,2}$	1,9	0,5	3,0	0.98	Mo	Pb
Mo	50	$\frac{3,56}{2,2 - 5,6}$	1,3	0,9	3,9	3.24	U	Pb

ПОСТРОЕНИЕ КАРТ

12. Подготовить карту фактического материала на базе полевого дневника (п.3.1.).

Оцифровывание карты фактического материала (п.3.2.)

13. Открыть программу GS Surfer (о программе GS Surfer 7.0 см. Приложение 9).

14. В меню Map\Base Map ... открыть требуемую карту фактов.

15. Выделить карту и выбрать в меню Map\Digitize, курсор должен принять форму креста.

16. После нажатия на левую кнопку манипулятора «мышь» должен оставаться красный крестик и в появившемся окне координаты точки. Таким образом, оцифровываются все точки опробования в том порядке, в котором они представлены в таблице данных содержаний микроэлементов (см. рис. 5.4).

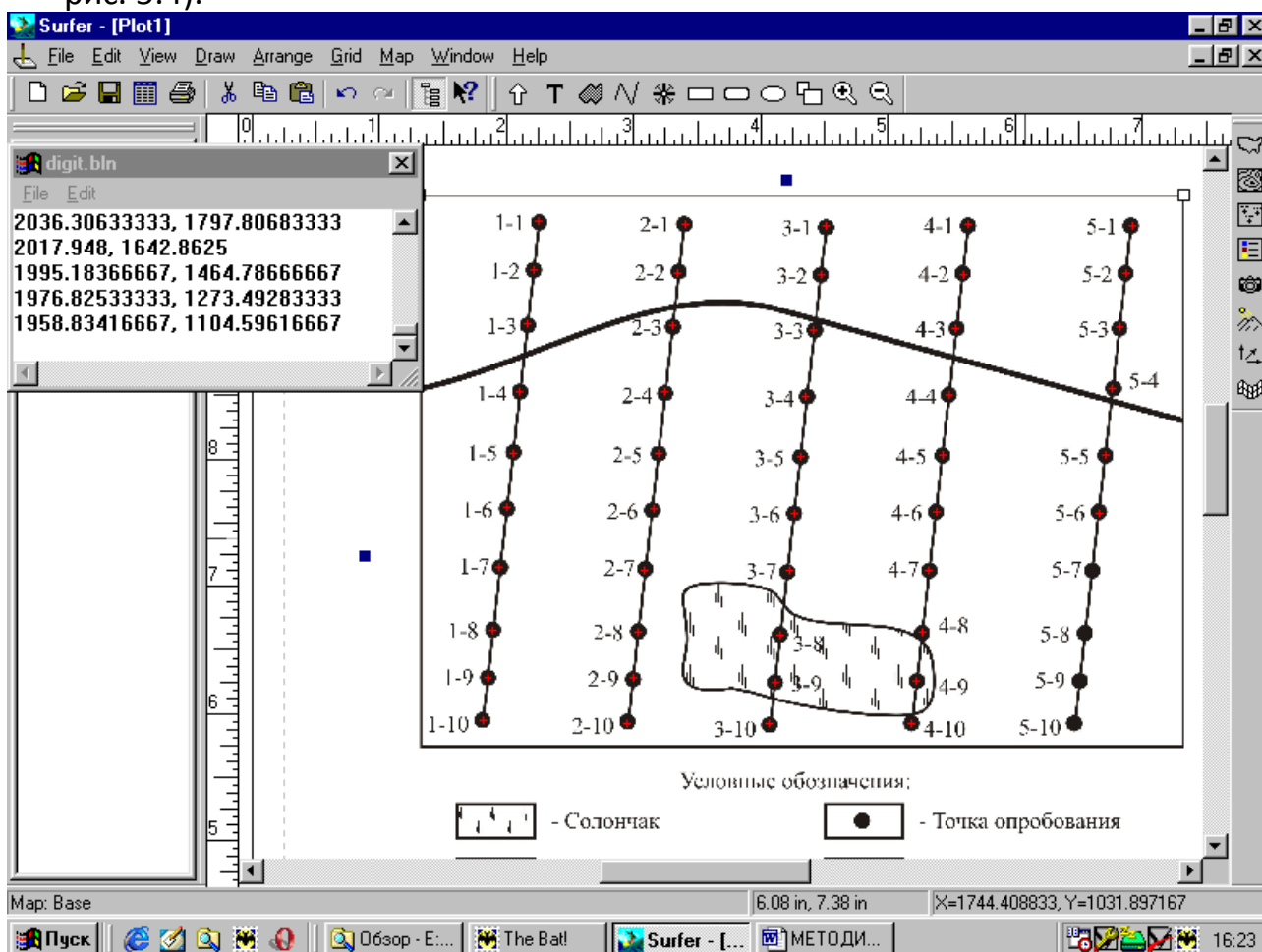


Рис. 5.4. Процедура оцифровывания карты фактического материала.

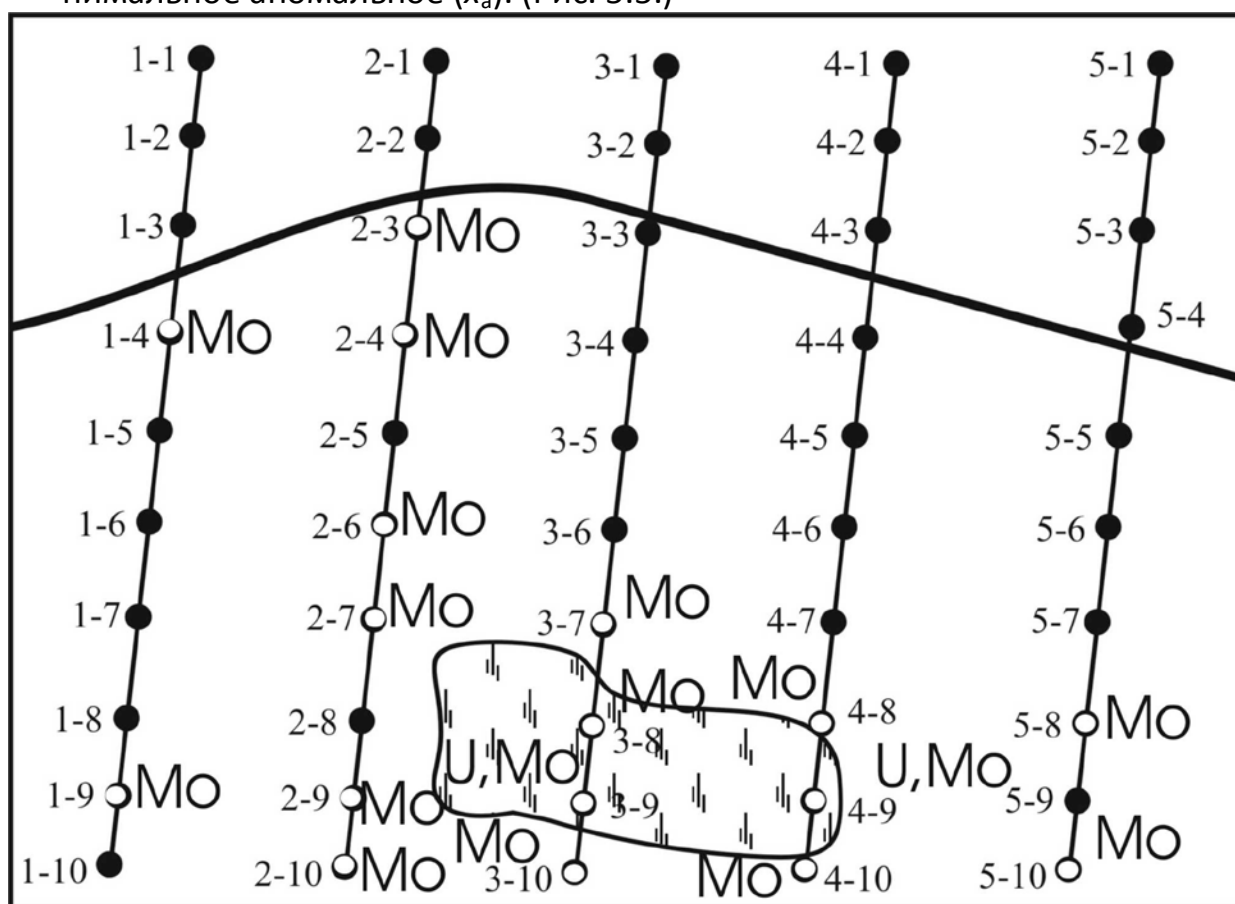
17. После оцифровывания всех точек опробования полученные данные необходимо сохранить в формате DAT, для этого необходимо в окне координат выбрать меню File\Save As... и в строке «Тип файла» выбрать «Data Files (*.dat)», а в строке «Имя файла» ввести номер задачи.

18. Следующий этап предполагает начальные навыки работы в пакете прикладных задач MS Excel. Необходимо открыть таблицу содержаний микроэлементов, добавить в начало два столбца с координатами из DAT-файла. **Необходимые условия:** все столбцы должны иметь формат поля числовой, для этого десятичный знак должен быть «,», а не «.»; название листа должно быть набрано латинскими буквами.

Построение карты «аномальных точек» (п.3.3)

19. Для каждой точки наблюдения определить набор элементов, которые в данной точке превышают минимальное аномальное (x_a).

20. Точки наблюдения, у которых есть такие элементы, помечаются красным цветом и возле них подписываются элементы, которые превышают минимальное аномальное (x_a). (Рис. 5.5.)



Условные обозначения:

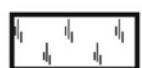


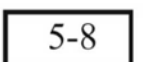
- | | | | |
|---|------------|--|---------------------|
|  | - Солончак |  | - Точка опробования |
|  | - Шоссе |  | - Номер |

Рис. 5.5. Карта «аномальных» точек

Построение карт изолиний по принципу «светофора» (п.3.4.) и карты полей Z_c (п.3.5.)

21. В программе Surfer в меню Grid/Data... выбрать файл данных.
22. В появившемся окне (см. рис. 5.6) в поле “Data Columns” напротив строки “X:” должна быть выбрана колонка с координатой x; напротив строки “Y:” должна быть выбрана колонка с координатой y, а напротив “Z:” надо выбрать требуемый элемент. Нажать “Ok”.

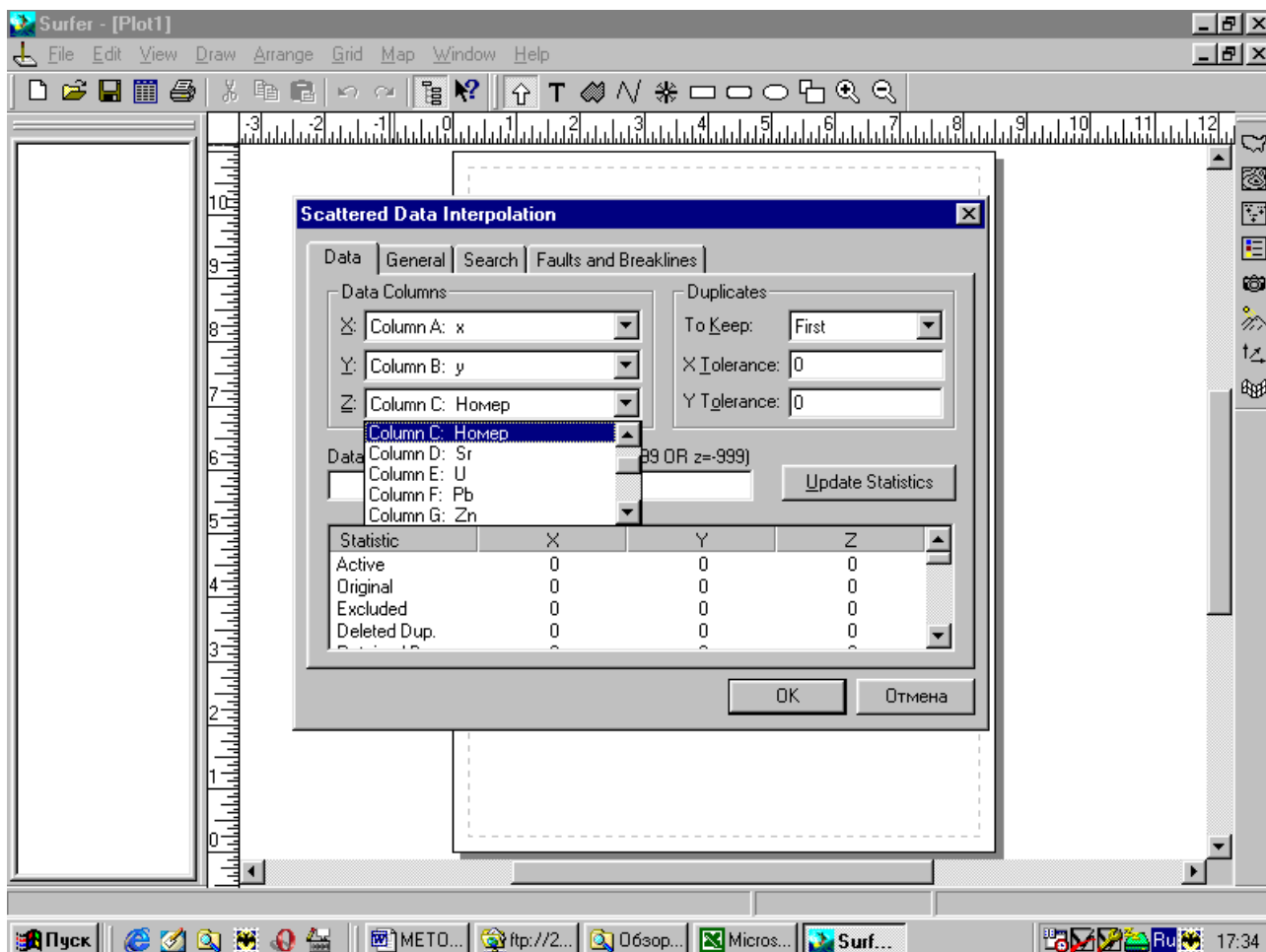


Рис. 5.6. Выбор данных для построения цифровой модели.

23. В меню Map\Contour Map\New Contour Map... выбрать GRD-файл и в появившемся окне “Contour Map Properties” выбрать вкладку “Level” (см. рис. 5.7). В этом окне можно выбрать:
 - шаг между изолиниями (Level);
 - толщину и цвет линий (Line);
 - цвет заливки полей (Fill);
 - подписи изолиний (Label).
 Шаг и цвет изолиний необходимо выбирать в соответствии с x_{ϕ} , ПДК, минимальным аномальным («принцип светофора»). Нажать “Ok”.

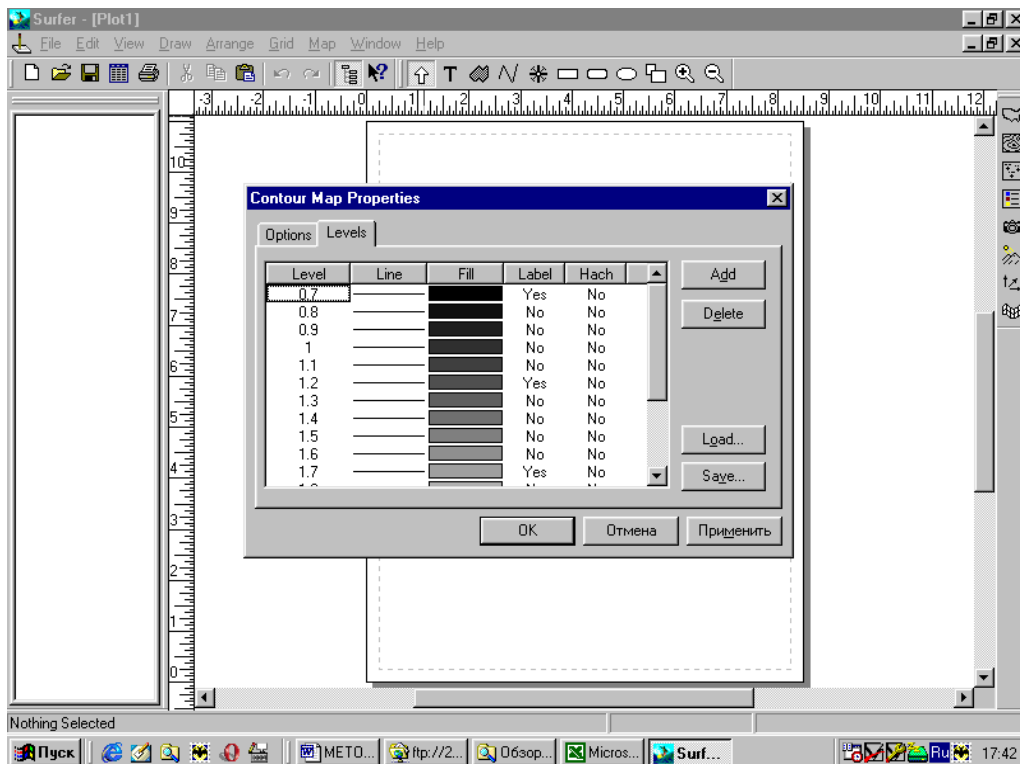


Рис. 5.7. Установка свойств карты изолиний.

24. Необходимо совместить карты изолиний с базовой картой (процедура оверлей). Выбрать все объекты (меню Edit\Select All), выполнить сведение (меню Map\Overlay Maps).
25. Переименовать в менеджере объектов название контурной карты на символ элемента (см. рис. 5.8).
26. Повторить процедуру построения изолиний для остальных микроэлементов и Z_c (пп. 13-17).
27. Сохранить все построения в SRF-файл.

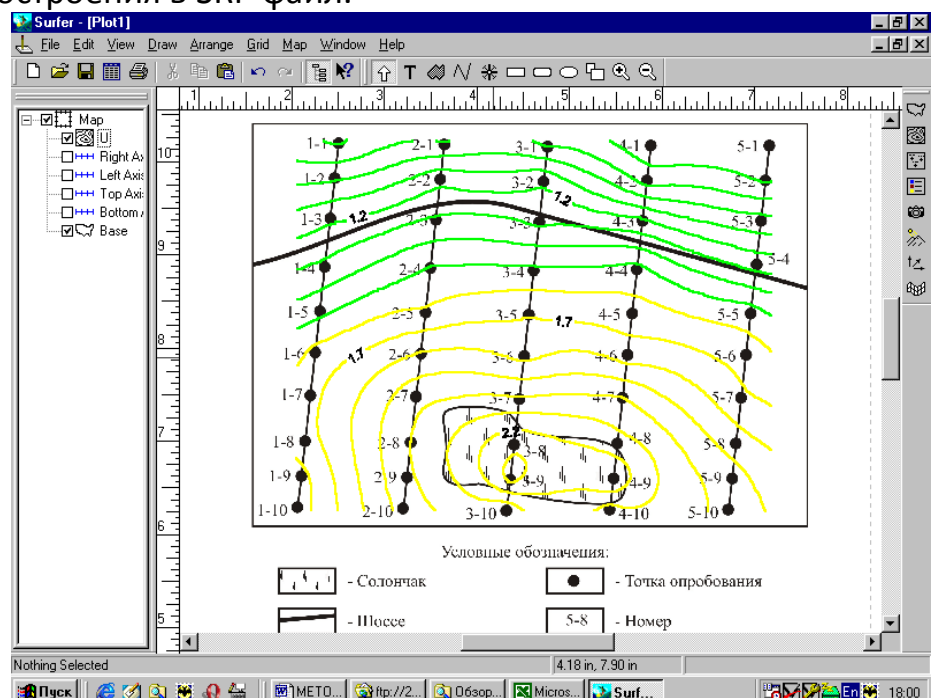


Рис. 5.8 Полученная карта изолиний.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ (ПРИМЕР)

Район опробования (рис. 5.1) представлен небольшим участком общей площадью в $1,65 \text{ км}^2$ ($1,5 \times 1,1 \text{ км}$). В северной половине в субширотном направлении проходит автодорожная магистраль с асфальтовым покрытием, на крайнем юге зафиксирован солончак, общей площадью в $0,1 \text{ км}^2$ ($500 \times 180 \text{ м}$). Это дно небольшого высохшего степного озера эллипсовидной формы, с простиранием длинной оси по аз. 280 СЗ.

В орографическом отношении исследованная площадь представляет собой слабо всхолмлённую равнину, практически без древесно-кустарниковой растительности (злаковая степь). Она сложена преимущественно терригенными красноцветными отложениями среднего палеозоя, на коре выветривания которых сформированы лугово-чернозёмные почвы и солончаки.

Участок опробован по сети $300 \times (100-130) \text{ м}$, ориентировка профилей – субмеридиональная (СВ 5^0). Всего отобрано (с глубины 5-10 см) 50 проб почвогрунтов, которые проанализированы методом эмиссионного спектрального анализа.

Результаты спектрального анализа оформлены в виде таблиц, содержащих сведения о микроэлементном составе проб (табл. 5.1 и 5.3), фоновых и аномальных значениях (табл. 5.2 и 5.6), коэффициентах концентрации и показателей суммарного загрязнения (табл. 5.4), а также ассоциациях коррелирующихся микроэлементов (табл. 5.5 и 5.6).

Цифровой материал обработан с помощью программного продукта *GS Surfer*, что привело к созданию цифровой модели и к графической визуализации в виде серии карт пространственного распределения элементов в почвогрунтах.

Сопоставляя фоновые значения (табл. 5.2) с кларками ноосферы (приложение 1) отметим, что для урана и молибдена фон практически совпадает с кларками, а для Mn, Cr и Pb он превышает кларк в 1,5-1,6 раз, а все рядовые анализы для Mn и Cr из общей выборки не только превышают фоновые, но и минимальные аномальные значения. Для Mo и U характерна иная картина. Эти микроэлементы преодолевают аномальный «порог» в ограниченном количестве анализов – Mo в 17, а U в двух случаях, что составляет 34 и 4 % от общего объёма выборки (50 анализов), и наглядно отражено на карте пространственного распределения аномальных точек. Отметим, что ни один (даже рядовой) анализ Mn, Pb и U не достигает уровня ПДК (см. приложение 2 и табл. 5.4), хотя Mo во многих случаях преодолевает этот порог. Подобное положение наглядно иллюстрирует табл. 5.4, где коэффициент опасности (Ko) практически всегда ниже 1 (за исключением Mo).

Матрица коэффициентов корреляции (табл. 5.5) свидетельствует о том, что лишь три элемента (из 5-ти) обнаруживают друг с другом значимые кор-

реляционные связи. Мо и U скоррелированы положительно ($r = + 0,58$), а U-Pb и Mo-Pb – отрицательно ($r = - 0,47$ и $- 0,52$ соответственно).

Для всех пяти микроэлементов (Mn, Cr, Pb, U, Mo) построены карты их распределения в изолиниях равных значений с разбивкой на зоны с низким (околофоновым $x_i \leq x_{\phi}$), повышенным ($x_a > x_i > x_{\phi}$) и аномальным ($x_i > x_a$) содержаниями по принципу «светофора» (см. пункт 3.4). Кратко рассмотрим особенности площадного распределения этих микроэлементов.

Марганец

Концентрация Mn в ноосфере составляет 440 мг/кг (прил. 1), ПДК – 1500 мг/кг (прил. 2), среднее содержание – 1254,38 мг/кг, при колебаниях крайних значений от 1116,5 до 1417,8 мг/кг, фоновое – 650 мг/кг, минимальное аномальное – 942,5 мг/кг (табл. 5.6).

Изолинии равных содержаний проведены через 20 мг/кг. Общее поле – беспокойное и имеет пятнисто-мозаичное строение, представляя собой чередование изометричных «точечных» ореолов с повышенными и пониженными (по отношению к x_{cp}) концентрациями («холмы» и «ямы»). Эти ореолы не сливаются в компактные поля, хотя по существу все они превышают аномальные значения. Можно отметить определённую тенденцию в пространственном распределении значений, превышающих x_{cp} , что выражается в неуклонном уменьшении на восток количества таких точек. Например, по профилю 5 зафиксирована лишь одна точка (5-4), тогда как по «западным» профилям №№1 и 2 их число достигает 5-7 (из 10-ти возможных).

Окраска карты вследствие высоких абсолютных содержаний Mn ($>x_a$) должна быть выполнена в красных тонах.

Хром

Для этого микроэлемента также характерно общее повышенное содержание во всех без исключения рядовых пробах (кларк – 50, фон – 75, среднее – 245,33, при интервале колебаний от 189,8 до 316,4 мг/кг). Минимальное аномальное содержание – 182,2 мг/кг (табл. 5.6), значение ПДК не ГОСТировано.

Изолинии, проведённые через 10 мг/кг, фиксируют в центральной части карты довольно значительную по размерам замкнутую аномалию неправильной конфигурации, вытянутую в северо-западном направлении с общей площадью в $0,25 \text{ км}^2$ (25 га). Она оконтурена изоконцентратой 240 мг/кг, что почти точно соответствует среднему содержанию Cr на участке. В центральной части аномалии значения «падают» до уровня 191 мг/кг (т.н. 3-6). Здесь наблюдается четыре аномалии. Одна из них вытянута в субмеридиональном направлении и три имеют изометричную форму общей площадью в 25 га с

максимумом содержания Cr в 316,36 мг/кг (т.н. 3-4). На крайнем северо-востоке фиксируется точечная аномалия (т.н. 5-3) с концентрацией хрома в 316,32 мг/кг. Поскольку все значения абсолютных содержаний превышают минимально аномальный уровень, следует закрасить данную карту красным цветом.

Свинец

Содержание этого микроэлемента в ноосфере равно 12 мг/кг. На изученном участке для него определены следующие параметры: $x_{cp} = 24,08$ (при интервале колебаний от 9,0 до 37,0), $x_{\phi} = 20$, $x_a = 43,8$ мг/кг. На экогеохимическом планшете вдоль северной рамки отмечается обширная площадная аномалия повышенных (по отношению к фону) значений Pb. Она на всём протяжении вытянута вдоль асфальтированной автомагистрали, ширина к югу от шоссе достигает 550 м, к северу – он ограничен рамкой карты. Площадь ореола – $1,1 \text{ км}^2$, что соответствует 78,5 % от общей площади участка. Он оконтурен изоконцентратой 20 мг/кг, что соответствует фону, максимальные значения зафиксированы в т.н. 2-2, 4-3 и 4-4 (36-37 мг/кг), что заметно ниже x_a (43,8 мг/кг). Поэтому, следует закрасить зону повышенных значений не красным, а жёлтым цветом, поскольку «надфоновые» концентрации никогда не достигают «аномального» порога.

Уран и молибден

Статистические параметры урана следующие – кларк и фон = 1,9, $x_{cp} = 1,87$ (при интервале колебаний от 0,9 до 3,2), $x_a = 3,0$ мг/кг.

Кларк молибдена = 1,1, фон – 1,3, $x_{cp} = 3,56$ (при интервале колебаний от 2,2 до 5,6), $x_a = 3,9$ мг/кг.

Эти микроэлементы в пределах изученного участка ведут себя настолько однотипно, что целесообразно дать их совместную характеристику. Оба элемента формируют площадные аномалии повышенных и высоких значений на юге района вблизи «солончаковой» зоны. Они оконтурены по изоконцентрате 1,9 (для U) и 3,9 (для Mo) при «шаге» изолиний в 0,2 (U) и 0,4 мг/кг (для Mo). Обе аномалии (в пределах карты) имеют не только близкие размеры – 31 (U) и 29 (Mo) га, но и общую копьевидную форму с «остриём», направленным на северо-запад – для молибдена (СЗ 320^0) и на северо-восток – для урана (СВ 20^0). В центре ореолов расположены солончаки. Для урана отмечаются ещё два небольших участка с «надкларковыми» концентрациями – на западе (т.н. №№ 1-2 – 1-5 и 2-3) и на востоке (т.н. №№ 5-3 и 5-4).

Отличия аномалий Mo и U состоят в том, что Mo преодолевает минимально-аномальное значение (3,9), достигая 5,6 мг/кг (т.н. 3-10), т.е. это полноплавная экогеохимическая аномалия (красный цвет), тогда как U форми-

рует свой главный (южный) ореол не «достигая» аномального порога, находясь в «надфоновой», но «поданомальной» зоне ($x_a > x_i > x_\phi$), поэтому аномалия урана должна быть закрашена в жёлтый цвет.

Выводы:

1. В контурах изученного участка все проанализированные пробы можно условно разбить на две главные группы: 1) с околочларковым (U, Mo) и 2) с надчларковыми фоновыми содержаниями (Mn, Cr, Pb).
2. Для двух элементов (Mn, Cr) наблюдаются устойчивые превышения x_i над x_ϕ и даже x_a .
3. Концентрации Mn, Pb и U практически не достигают уровней ПДК, тогда как Mo в часто преодолевает этот барьер, правда с небольшими превышениями ($K_o = 1,03 - 1,87$).
4. Судя по пространственному распределению повышенных и высоких содержаний микроэлементов в почвах, в изученном районе накапливаются три элемента – Pb, U и Mo. Они связаны между собой отчётливыми корреляционными зависимостями положительного (Mo-U) и отрицательного (U-Pb, Mo-Pb) характера.
5. Два элемента (Mn, Cr) формируют сложно построенные аномальные поля, внутри которых фиксируются отдельные локальные участки пятнисто-мозаичного строения с повышенными или пониженными (по отношению к средним содержаниям) концентрациями.
6. Тип изученных аномалий Pb, Mo и U преимущественно площадной, реже точечный.
7. Все выявленные геохимические неоднородности (поля) приурочены к степным ландшафтам и к чернозёмным, локально засоленным почвам.
8. Полученные результаты позволяют утверждать, что тип загрязнения природной среды различный: для Pb – техногенный (автодорога), для U и Mo – природный за счёт осаждения этих компонентов на испарительном «солончаковом» барьере в условиях жаркого аридного климата. Что касается Cr и Mn, то их аномальные (по отношению к фону) концентрации в настоящее время не поддаются однозначной трактовке. Можно только предполагать, что это связано с особенностями геологического строения контрольного (фоновое) участка, где почвоподстилающие породы (гранитоиды) заметно обеднены Cr и Mn по сравнению с красноцветами изученной площади, что могло существенно понизить расчётные значения x_ϕ .
9. Судя по карте Z_c район экогеохимического опробования почвогрунтов находится на стадии минимального и низкого природно-техногенного уровня загрязнения геологической среды ($Z_c = 4,92 - 8,35$).

6. Заключение

Предлагаемые в методических указаниях приёмы обработки экогеохимических материалов не «замыкаются» на почвогрунтах, а могут иметь более широкое применение. Их можно с успехом использовать для выявления очагов повышенной концентрации техногенной (пылевой и микроэлементной) нагрузки снегового покрова, загрязнения донных отложений и природных вод, оконтуривания первичных и вторичных геохимических ореолов, изучения разнообразных геофизических аномальных полей (электромагнитных, магнитных, «шумовых», вибрационных, радиационных и др.).

Более того, если по какой-либо причине нет возможности использовать дорогостоящую аналитику, следует попытаться собрать и обработать иной материал, опираясь на традиционные методы наблюдений над биотическими и абиотическими компонентами природной среды. Например, можно построить в изолиниях равных содержаний карту степеней повреждения хвои (в баллах), глубин «смывости» почвенных горизонтов (в см), «размаха» вертикальной нарушенности техногенного рельефа (в м), скоростей смещения оползней (в м/год), количества поверхностных форм карста, термокарстовых «воронки» (на 1 км²) и многое другое.

Таким образом, если в наличии имеются «привязанные» к местности точки наблюдений и цифровой материал для каждой конкретной точки, то вполне можно построить полноценную «структурную» карту любых экогеологических нарушений окружающей среды. Необходимо лишь придерживаться двух главных правил:

- 1) опробование должно быть проведено качественно, полноценно и объективно;
- 2) необходимо стремиться к созданию регулярной сети при надлежащей плотности наблюдений.

В идеале сеть должна приближаться к квадратной, а точки наблюдений на карте располагаться в узлах сети на расстоянии в 1 – 1,5 см (Алексеенко, 2000).

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

Тематика курсовых работ одинакова для всех студентов «Эколого-геохимическая обстановка учебного участка № ___», но конкретные задания строго индивидуальны. Каждому студенту предлагается карто-схема учебного участка с точками опробования и с таблицей результатов экогеохимических анализов, с фоновыми содержаниями проанализированных элементов. Эти данные обрабатываются статистически с помощью пакетов прикладных программ MS Excel и GS Surfer, по методике, изложенной в настоящих методических указаниях. На титульном листе, кроме базового названия темы, указывается и номер индивидуального участка (Приложение 11).

Литература

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
3. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
4. Князев Г.Б. Элементы теории вероятностей и математической статистики для геологов. Учебное пособие: Томский госуниверситет, 1997. – 178 с.
5. Летувнинкас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда. Изд-во НТЛ, 2002. – 290 с.
6. Рихванов Л.П., Нарзулаев С.Б., Язиков Е.Г. и др. Геохимия почв и здоровье детей Томска. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1993. – 142 с.
7. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. – М.: Недра, 1990. 335 с.
8. Экогеохимия Западной Сибири. Тяжёлые металлы и радионуклиды / Под ред. Г.В. Полякова. – Новосибирск: изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. – 248 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Критические значения τ_{\max} в зависимости от объёма выборки

$$P = (\tau_{\max} > \tau_{\max_\alpha}) = \alpha$$

n	α		n	α	
	0.05	0.01		0.05	0.01
3	1.41	1.42	28	2.93	3.26
4	1.71	1.73	29	2.94	3.28
5	1.92	1.97	30	2.96	3.29
6	2.07	2.16	35	3.02	3.36
7	2.18	2.31	40	3.08	3.42
8	2.27	2.43	45	3.12	3.48
9	2.35	2.53	50	3.16	3.52
10	2.41	2.62	60	3.22	3.58
11	2.47	2.69	70	3.28	3.64
12	2.52	2.75	80	3.33	3.70
13	2.56	2.81	90	3.37	3.74
14	2.60	2.86	100	3.40	3.77
15	2.64	2.90	120	3.46	3.83
16	2.67	2.94	150	3.53	3.90
17	2.70	2.98	200	3.61	3.98
18	2.73	3.02	300	3.73	4.09
19	2.75	3.05	400	3.80	4.17
20	2.78	3.08	500	3.87	4.24
21	2.80	3.11	600	3.92	4.28
22	2.82	3.13	700	3.96	4.32
23	2.84	3.16	800	3.99	4.35
24	2.86	3.18	900	4.02	4.38
25	2.88	3.20	1000	4.05	4.41
26	2.90	3.22	1500	4.14	4.50
27	2.91	3.24	2000	4.21	4.56

Приложение 2

Таблица кларков ноосферы (по М.А. и Н.Ф. Глазовским, 1988)
и содержаний элементов в почвах (по А.П. Виноградову, 1957) (мг/кг)

Элемент	Содержание		Элемент	Содержание		Элемент	Содержание	
	В ноосфере	В почвах		В ноосфере	В почвах		В ноосфере	В почвах
K	1.6%	1.36%	Zr	12	300	Tl	0.79	-
Na	1.9%	0.63%	Pb	12	10	Ho	0.76	-
Ti	2600	4600	La	12	40	Er	0.64	-
P	500	800	Ni	10	40	Tb	0.64	-
Mn	440	850	Th	7.6	6	J	0.54	5
F	350	200	Cs	5.9	5	Lu	0.45	-
Sr	240	300	Sc	7	7	Se	0.28	0.01
Rb	96	100	Sn	4.9	10	Sb	0.25	-
V	70	100	Sm	4.5	-	Hg	0.18	0.01
B	50	10	Cu	45	20	Cd	0.16	0.5
Cr	50	200	Pr	3.8	-	Pt	0.13	-
Zn	46	50	As	3	5	Ag	0.05	0.1
Ba	36	500	Hf	2.5	6	Ru	0.033	-
Ce	32	50	U	1.9	5	Os	0.032	-
Br	26	5	Ta	1.9	-	Pd	0.0083	-
Co	22	8	Yb	1.9	-	Bi	0.0064	-
Y	20.5	50	Er	1.7	-	Te	0.0064	-
Li	19	30	W	1.3	-	Ir	0.0038	-
Ga	17	30	Ge	1.1	1	Au	0.00069	-
Nd	16	-	Mo	1.1	2	Re	0.00047	-
Nb	13	-	Be	1	6	Pu	3.1*10 ⁻¹⁶ %	-

Приложение 3

Предельно допустимые концентрации (ПДК) в почве для валового содержания в мг/кг (СП-11-102-97 и по Рихванову Л.П. и др., 1993)

Элемент	ПДК	Элемент	ПДК	Элемент	ПДК
Pb*	фон+20	Sb	4,5	Cu*	фон+50
As	2	Mn	1500	Ti*	5000
Hg	2,1	Cd*	3	Zr*	300
V	150	Mo*	3	Ni*	50
Mn+V	1000+100	U*	5	Zn*	фон+50
Pb+Hg	20+1	Sn*	50	Co*	фон+35

* - по Рихванову Л.П. и др., 1993

Приложение 4

Таблица предельно-допустимых концентраций (ПДК) по классам опасности для разных уровней загрязнения

Уровень загрязнения	Почвы, донные отложения				Поверхностные воды				
					Хозяйственно-бытового назначения		Питьевые		
	Кпдк			Zс	Кпдк		Кпдк		
	Класс опасности				Класс опасности		Класс опасности		
	1	2	3	1, 2	3	1	2	3	
Минимальный	<1			<8	<1		<1		
Низкий	1.0-1.5	1.0-2.5	1-5	8-16	1.0-2.5	1-25	1.0-1.5	1.0-2.5	1-5
Средний	1.5-2.0	2.5-5.0	5-10	16-32	2.5-5.0	25-50	1.5-2.0	2.5-5.0	5-10
Высокий	2-3	5-10	10-20	32-128	5-10	50-100	2-3	5-10	10-15
Очень высокий	>3	>10	>20	>128	>10	>100	>3	>10	>15

Приложение 5

Таблица классов опасности химических элементов по компонентам природной среды

Класс опасности	Компонент природной среды		
	Почвы	Поверхностные воды	Атмосферный воздух
1	Hg	Hg, Be	Hg, Be
	Pb, Se	-	Pb, Se
	Zn, As, Cd, F	Tl, Ga	V, Co, Te, Cr
2	B	B	B
	Co, Mo, Sb	Co, Mo, Sb	-
	Ni, Cu	-	Ni, Cu
	-	F	F
	Cr	As, Cd, Pb, Se, Bi, Te, W	As, Cd, Br, Mn
	-	Al, Br, Ba, Li, Sr	-
3	V, Mn	V, Mn	-
	W	-	W
	-	Zn	Zn
	Sr, Ba	Cr, Ni, Cu, Ti	Mo, Ge, Sn

Преобладающие ассоциации геохимических аномалий, связанных с различными типами промышленных производств (по Н.Я. Трефиловой, 1999)

Тип промышленных производств		Элемент-индикатор	
Промышленный	Чёрная металлургия	Mn, Cr, V, Fe, W	
	Цветная металлургия	Zn, Pb, Cr, Ni, Cu (Sb, Ag, Mg, Cd, In, Bi, Sn, As, Ti, W, Mo, B)	
	Машиностроение и металлообработка	Zn, Pb, Cr, Ni, Cu (W, Sn, Co, Mo, V, Sb, Mn, Bi, Se)	
	Химический	S, N, органические соединения (W, Hg, Cd, Sb, Sn, Hf, Ag, Zn, Sn, Cu, Bi, Pb, Nb, Mo, Ni)	
	Энергетический	S, V, Ge, TR	
	Стройматериалы	TR	
	Лесоперерабатывающий	Органические соединения	
	Полиграфический	Zn	
	Лёгкая	Cr, Zn, Hg	
	Пищевая	Органические соединения	
Горно-добывающий		Элементы рудного сырья	
Транспортный		Pb, Ni, Cr, V, Cu, Zn	
Селитебный		Ag, Zn, Pb, а также элементы промышленных предприятий	
Лесохозяйственный		Хлор- и фосфорсодержащие органические соединения	
Сельскохозяйственный	Земледельческий	Полевой с внесением удобрений	F, Sr, TR
		Полевой с нетрадиционными видами удобрений	Hg, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Sn, Ag
		Многолетние насаждения (сады, виноградники)	Hg, Zn, Cu, Mn, B, хлор- и фосфорсодержащие органические соединения
	Животноводческий	Пастбищный	Zn, Sr
		Птицефабрики	Zn, W, Sr, Cu, Ag
		Комплексы крупного рогатого скота	Zn, W, Sr, Ag, F
		Свиноводческие комплексы	W, Sr, Bi, Sn

Пересчёт абсолютных содержаний (%) в мг/кг

Нередко содержание тех или иных элементов приводятся в абсолютных процентах (результаты спектрального анализа и пр.), поэтому их следует «пересчитать» на мг/кг.

ПРАВИЛО: $1 \text{ г/т} = 1 \text{ мг/кг} = 1 \cdot 10^{-4} \%$

Используя эту зависимость легко рассчитать коэффициенты перевода (см. табл.).

мг/кг	абс. %	коэффициент перевода
0,001	$1 \cdot 10^{-7}$	0,001
0,01	$1 \cdot 10^{-6}$	0,01
0,01	$1 \cdot 10^{-5}$	0,1
1	$1 \cdot 10^{-4}$	1
10	$1 \cdot 10^{-3}$	10
100	$1 \cdot 10^{-2}$	100
1000	$1 \cdot 10^{-1}$	1000
10000	$1 \cdot 10^1$	10000

Пример

элемент	абс. %	коэфф. перевод.	мг/кг
Cu	$3,0 \cdot 10^{-3}$	10	30
Zn	$5,2 \cdot 10^{-2}$	100	520
U	$6,7 \cdot 10^{-5}$	0,1	0,67
Mo	$7,1 \cdot 10^{-4}$	1	7,1

Таблица критических значений r для оценки значимости коэффициента линейной корреляции

N	α			N	α		
	0,05	0,01	0,001		0,05	0,01	0,001
10	0,63	0,76	0,87	25	0,40	0,51	0,62
11	0,60	0,73	0,85	26	0,39	0,50	0,61
12	0,58	0,71	0,82	27	0,38	0,49	0,60
13	0,55	0,68	0,80	28	0,37	0,48	0,59
14	0,53	0,66	0,78	29	0,37	0,47	0,58
15	0,51	0,64	0,76	30	0,36	0,46	0,57
16	0,50	0,62	0,74	35	0,33	0,43	0,53
17	0,48	0,61	0,73	40	0,31	0,40	0,50
18	0,47	0,59	0,71	45	0,29	0,38	0,47
19	0,45	0,58	0,69	50	0,28	0,36	0,45
20	0,45	0,56	0,68	60	0,25	0,33	0,41
21	0,43	0,55	0,67	70	0,24	0,31	0,38
22	0,42	0,54	0,65	80	0,22	0,29	0,36
23	0,41	0,53	0,64	90	0,21	0,27	0,34
24	0,40	0,52	0,63	100	0,20	0,26	0,33

Программный продукт GS Surfer

Данный программный продукт предназначен для обработки и визуализации двумерных наборов данных, описываемых функцией типа $z=f(x,y)$, а логику работы с пакетом можно представить в виде трёх основных функциональных блоков:

- а) построение цифровой модели;
- б) вспомогательные операции с цифровыми моделями;
- в) визуализация.

Действительно, возможности графической визуализации выглядят очень эффектно и являются крайне полезными, но все же ключевой функцией Surfer является создание цифровой модели. Наиболее актуальная постановка данной задачи формулируется как переход от набора значений функции Z в произвольных (неупорядоченных) точках плоскости (N точек с координатами X,Y) к значениям этой функции в узлах некоторой регулярной сетки. В более общей постановке та же задача сводится к возможности вычисления значений функции в любой точке поверхности (а значит, и в узлах сетки) по исходному набору данных.

Применительно к нашим задачам Surfer позволяет строить карты распределения микроэлементов в почвогрунтах по любой сети опробования, т.е. переход от нерегулярной сети опробования к регулярной. Переход к значениям в регулярной сети опробования нужен для решения следующих задач:

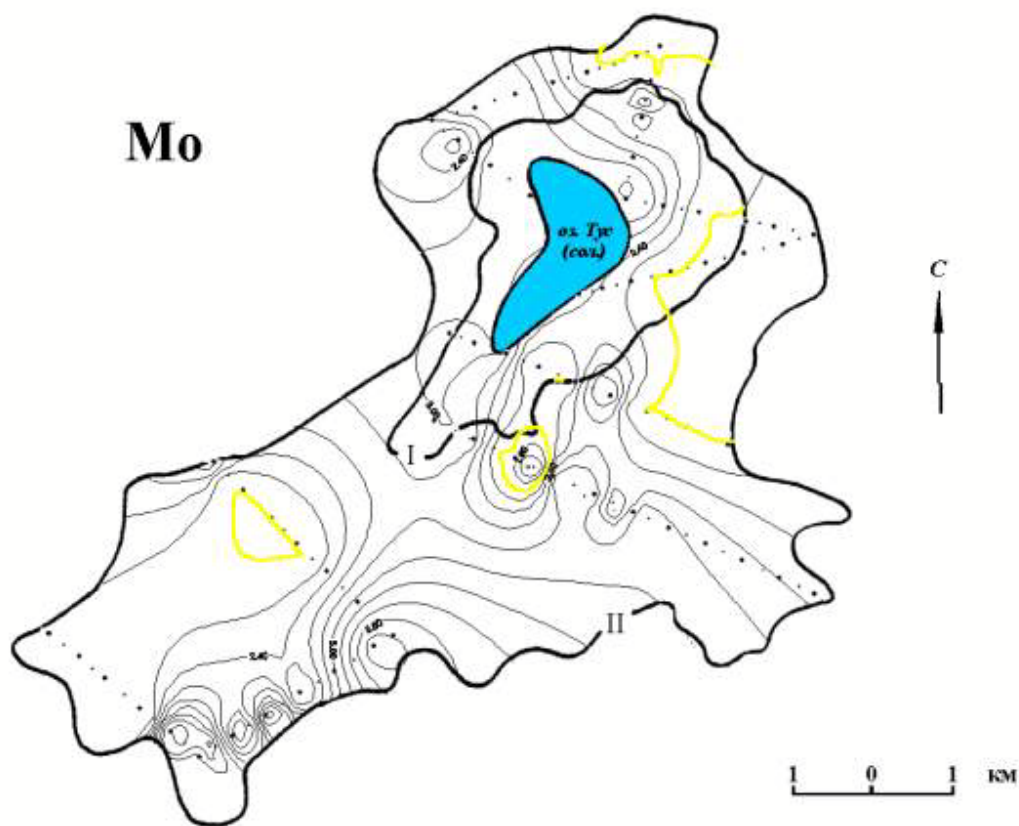
- 1) построение непрерывной поверхности (например, в виде карты), по которой можно было бы узнать содержание микроэлемента в любой точке территории;
- 2) представления этих данных в виде математической цифровой модели, с помощью которой, к примеру, можно было бы, решая дифференциальные уравнения, прогнозировать динамику изменения концентрации микроэлементов в почвогрунтах под воздействием тех или иных факторов.

Для решения первой задачи программный пакет Surfer предлагает пользователю набор из восьми математических методов интерполяции, которые позволяют выбрать наиболее оптимальную модель для решения конкретной прикладной задачи. Но еще более важным достоинством Surfer является его возможность не только получить цифровую модель поверхности, но и провести оценку качества исходных данных и получаемых результатов. А это обеспечивает необходимые предпосылки для решения обратных задач, которые по большому счету и являются целью исследовательских работ.

В нашем случае с распределением микроэлементов в почвогрунтах получается, что можно проводить выявление «подозрительных» данных (проблемы с отбором проб или просто некачественные измерения довольно частое явление), определять места территории, где наблюдается избыток или недостаток наблюдательных пунктов. Таким образом, речь идет уже о классической исследовательской задаче (имеющей прямое экономическое значение) – выбрать оптимальную конфигурацию размещения сети наблюдательных пунктов, обеспечивающую необходимое качество получения информации (с помощью интерполяции) на некоторой территории. В Surfer решение подобных задач обеспечивается расчетом и построением карт значений погрешностей интерполяции, а также расширенными возможностями моделирования с использованием вариограмм.

Однако, как известно, корректных математических методов решения обратных задач в общем случае просто не существует. Довольно часто они выполняются тривиальным методом перебора разных вариантов (вот тут-то и должен пригодиться опыт исследователя). Поэтому очень важно обеспечить возможность интерактивной коррекции исходных данных и оперативного анализа результатов. В Surfer этот механизм стал гораздо удобнее благодаря использованию Object Manager и возможности перерасчета модели без закрытия диалоговых окон, в которых задаются исходные параметры. Очевидно, что при этом просто необходимо обеспечивать высокое быстродействие алгоритмов.

Пример оформления карты изолиний



Условные обозначения :

- I — - контур водоохранной зоны
- II — - контур зоны ограниченной хозяйственной деятельности
- сечение изолиний через 0,2 мг/кг
- фоновое содержание элемента: 1,89 мг/кг
- участки с низким (около фоновым) содержанием элемента
- участки с повышенным содержанием элемента ($X_{cp} + 3S > X_i > X_{ф}$)

Рис. 2. Распределение молибдена в природоохранных зонах озера Тус

Томский государственный университет
Геолого-географический факультет
Кафедра динамической геологии

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

УЧЕБНОГО УЧАСТКА №5

Курсовая работа

по геоэкологическому картированию

Выполнил(а):

Проверил:

Томск 2009

Введение

1. Общая характеристика района исследования
 - 1.1. Описание ландшафта
 - 1.2. Почвенный профиль
 - 1.3. Сеть опробования
 2. Расчёт статистических параметров
 - 2.1. Определение закона распределения
 - 2.2. Определение фоновых содержаний
 - 2.3. Расчёты минимального аномального содержания и кларка концентрации
 - 2.4. Расчёты коэффициентов концентрации, коэффициентов опасности и суммарного показателя загрязнения
 - 2.5. Расчёт коэффициентов корреляции и построение корреляционной матрицы
 3. Методика построения карт
 - 3.1. Карта-схема района опробования
 - 3.2. Карты аномальных точек и изолиний содержаний микроэлементов
 - 3.3. Карта суммарного показателя загрязнения
 4. Интерпретация полученных данных по каждому микроэлементу
 5. Выводы
- Заключение
Список литературы

