

## ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ГОРНОГО АЛТАЯ

А.Н. Дмитриев<sup>1</sup>, А.В. Каранин<sup>2</sup>, А.В. Шитов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии СО РАН, г. Новосибирск

<sup>2</sup>Горно-Алтайский государственный университет

Комплексное использование ГИС на основе естественнонаучных данных и математических возможностей позволяет оптимально решать проблемы научно-экологического и эколого-экономического характера. Сюда можно отнести: комплексную оценку территории, правильную организацию заповедников, туристических маршрутов, создание домов отдыха, диспансеров, курортной зоны и инфраструктуры в целом. Становится возможным прогноз развития ландшафтов необходимый при организации в работах такого рода правильного экологического подхода. Реальность приобретают и эксперименты высокой степени сложности по динамике и направленному изменению ландшафтов, что приобретает определяющее значение при проектировании промышленных сооружений, планировании горнорудных и лесных разработок, прокладке дорог, сельскохозяйственном планировании.

Отделом геоинформационных систем центра новых информационных технологий Горно-Алтайского государственного университета проводится исследование пространственных экогеологических факторов Горного Алтая оказывающих влияние на распространение, численность и биомассу млекопитающих. Параллельно ведется комплексная оценка ландшафтных показателей данной территории. В связи с этим было проведено исследование геохимических параметров ландшафтных характеристик Горного Алтая.

Рабочими инструментами при этом являлись: ГИС ArcView 3.x, векторизатор EasyTrace 6, система для работы с электронными таблицами Excel, программа для обработки статистического материала Statistica. В качестве программной оболочки использовался Windows 98.

Данные по распространению химических элементов были предоставлены ГП «Алтай-Гео» (МГХК-1000, ГЭИК-1000). В качестве базовой использовалась ландшафтная карта Горного Алтая (110 типов ландшафтов). Материалом для ее создания послужил атлас Алтайского Края (1979 год). Также в исследовании были задействованы орографическая и геологическая карта, карта автодорог и населенных пунктов, карта гидросети.

По мере решения звеньев общей задачи, нами была разработана и составлена карта распределения химических элементов в почвах ландшафтов. Создание и построение геохимической карты проводилось по следующей схеме:

1. Наложение на ранее созданную ландшафтную карту необходимых сведений из базы данных по геохимии (в составе 28 элементов);
2. Реализация использования программных методов для решения задачи связывания химических элементов с ландшафтами в точках отбора проб;
3. Решение задачи подсчета значений по каждому химическому элементу для каждого заданного ландшафта.

Первая часть работы была выполнена с помощью системы ArcView 3.x. Последующие разделы решались с помощью языка программирования Avenue или с применением дополнительных модулей к ArcView 3.x. В настоящее время геохимическая карта используется для изучения техногенных и природных загрязнений территорий в геологической организации Республики Алтай, комитете

природных ресурсов, в университете для научной и учебной деятельности (Каранин и др., 2002).

Для более полного и наглядного представления о распределении химических элементов (28 элементов) по ландшафтам, с использованием программы Statistica был построен ряд гистограмм (порядка 700). Гистограммы строились для всех типов ландшафтов, по которым были взяты пробы и, что также существенно, на всю территорию Горного Алтая.

В последующих звеньях решения общей задачи нами были выявлены фоновые характеристики химических элементов по ландшафтам. Как известно, единого подхода к определению фоновых областей химических элементов нет (Экогеохимия Западной Сибири..., 1996). Мы посчитали наиболее целесообразным воспользоваться предложением А.П. Соловова (1959 г.) и отнести к фоновым содержаниям те, что располагаются на гистограммах выше 10-процентного уровня встречаемости.

Затем полученные сведения были вынесены на ландшафтную карту, что дало возможность построить по рассматриваемым химическим элементам карты их фоновой концентрации в почвах ландшафтов и ландшафтных комплексов провинции (рис.1).

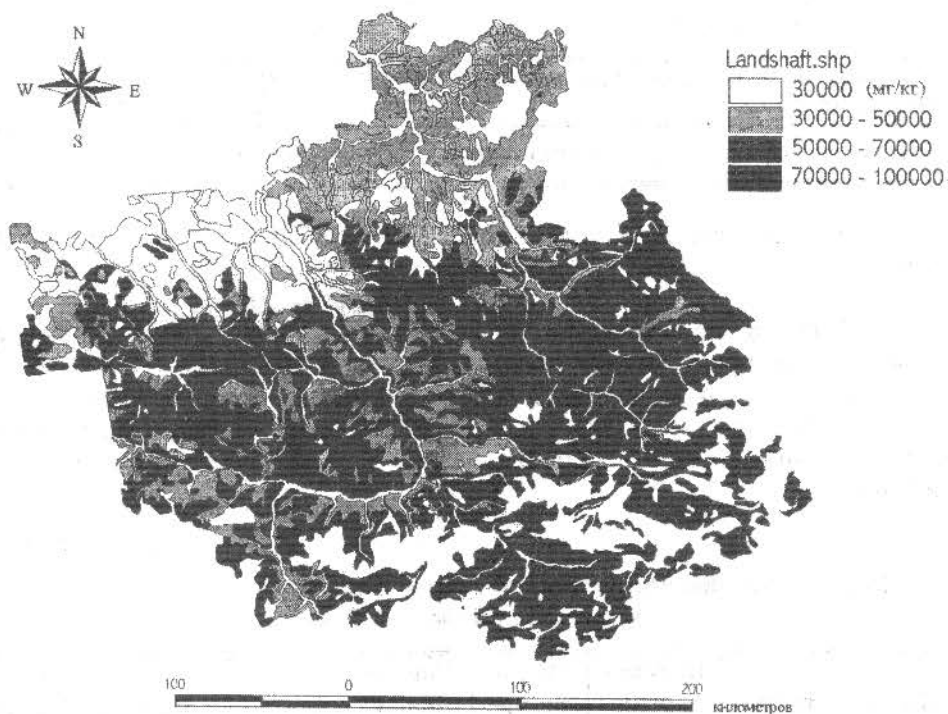


Рис. 1. Фоновая концентрация железа (Fe) по ландшафтам Горного Алтая

Для более глубокого и детального обнаружения общих закономерностей распределения химических элементов в последующей работе были произведены необходимые и значительные статистические расчеты. Для этого вычислялись величины модальных значений, медианы, среднего арифметического, дисперсии, стандартного отклонения, также был произведен учет предельных значений.

В соответствии с требованием решения задачи и для повышения репрезентативности данных нами были проведены дополнительные расчеты средних

фоновых значений химических элементов по учтенным ландшафтам и ландшафтными комплексами Горного Алтая. Поскольку оценка характера распределения химических элементов показала несоответствие нормальному закону, то средние арифметические величины оказались непригодны для описания средних фоновых значений. В таком случае, при определении среднего содержания применяется подход с позиций модели логнормального закона распределения, даже если при этом распределение химических элементов и не описывается логнормальным законом (Бондаренко, 1970, Экогеохимия Западной Сибири..., 1996).

Для оценки средних фоновых значений нами использовались формулы расчетов среднего логарифмов (14), дисперсии распределения логарифмов содержаний (15) и максимально правдоподобного среднего (16), имеющие следующий вид:

Таблица 1

**Формулы для расчета средних фоновых значений химических элементов по логнормальному закону распределения (Шарапов, 1971)**

Статистические параметры	Расчетные формулы
14). Среднего логарифмов	$\lg \bar{x} = \sum \lg x_i / N - 1$
15). Дисперсия распределения логарифмов содержаний	$S_{\lg}^2 = \sum (\lg x_i - \lg \bar{x})^2 / N - 1$
16). Максимально правдоподобное среднее	$C = 10^{\lg x + 1,1513 S_{\lg}^2}$

где  $\lg x_i$  – логарифм содержания элемента в  $i$ -й пробе,  $N$  – число проб в выборке.

Известно, что при логнормальном законе распределения за среднее фоновое значение принимается максимально правдоподобная оценка среднего ( $C$ ) (Инструкция по геохимическим..., 1983). На основе результирующих показателей была построена таблица фоновых содержаний (табл.2), отражающая химическую специфику состава почв ряда ландшафтных комплексов исследуемой территории:

Таблица 2

**Фоновое содержание химических элементов в почвах ландшафтных комплексов Горного Алтая (г/г)**

Химический элемент	Высокогорный тундровый	Высокогорный альпийский, субальпийско-луговой	Высокогорный тундрово-степные	Среднегорный альпийский, субальпийско-луговой	Среднегорный лесной	Межгорно-котловинный степной	Межгорно-котловинный полупустынный
Ag	0,018	0,044	0,056	0,048	0,018	0,019	0,010
B	32,5	33,5	30,5	35,0	32,2	30,2	25,4
Ba	423,9	513,6	626,5	445,2	427,6	419,3	442,0

Be	2,3	2,7	2,3	2,7	2,6	2,0	2,1
Ca	24870,1	30012,3	22648,6	21838,6	35788,8	34215,5	30648,1
Co	15,1	12,8	12,1	13,6	14,5	19,6	20,0
Cr	43,0	49,5	50,7	53,3	40,6	36,4	46,8
Cu	28,5	47,0	30,0	40,6	38,5	28,5	30,0
F	731,4	587,8	724,3	625,8	606,2	700,0	700,0
Fe	80592,9	70079,4	94307,1	81649,1	72071,6	106784,0	100000,0
Ga	9,3	11,7	8,8	11,3	11,0	9,0	10,0
Hg	0,40	0,34	0,45	0,34	0,34	0,29	0,18
Li	28,5	33,5	28,1	28,5	27,2	28,5	26,9
Mg	14683,6	17383,2	15200,7	15399,4	16154,4	11683,2	11765,1
Mn	1133,2	902,1	1620,5	1251,6	1214,6	1170,1	1000,0
Mo	1,06	0,99	1,42	1,20	1,23	1,52	0,70
Nb	11,1	12,8	14,2	13,1	12,6	13,4	9,1
Ni	26,6	25,9	24,1	25,3	23,6	34,2	33,5
Pb	21,0	29,6	28,2	23,6	24,7	26,7	28,4
Sc	9,8	14,5	10,0	13,1	12,8	9,5	13,6
Sn	2,7	2,7	2,7	3,5	2,3	2,5	2,4
Sr	170,7	191,1	204,2	194,4	210,4	216,9	200,0
Ti	2620,6	2788,3	3000,0	3065,4	3046,2	2842,6	2693,5
V	58,4	86,9	70,9	87,0	76,8	48,7	63,8
Y	25,4	24,9	26,1	23,9	27,1	27,6	26,9
Yb	2,7	2,7	2,6	2,5	2,9	2,8	2,4
Zn	121,5	133,8	182,4	169,3	126,4	98,9	117,7
Zr	97,8	157,1	110,2	142,9	164,4	93,9	90,7

Далее нами по ряду микроэлементов (бор (В), кобальт (Сo), медь (Сu), ртуть (Hg), марганец (Mn), молибден (Mo), никель (Ni), стронций (Sr), цинк (Zn), свинец (Pb)) были построены гистограммы их среднего фонового содержания (рис.2). На этих гистограммах также были отложены предельно допустимые, в отношении фитотоксичности, концентрации этих микроэлементов (по Орлову и др., 1991).

В результате проведенных расчетов, на данном этапе исследования было выявлено незначительное превышение порогового барьера в отношении бора, свинца (для большинства ландшафтных комплексов) и марганца (для высокогорного тундрово-степного комплекса). Обнаруженный факт может объясняться локальными природными геохимическими особенностями. Отмечено также более существенное превышение уровня предельно допустимой концентрации по цинку (в 1,4-2,6 раза). В связи с большим практическим значением этих сведений исследование закономерностей подобного распределения химических элементов по ландшафтам Горного Алтая требует дальнейшего более пристального внимания с привлечением специалистов из разных областей знаний. Полученные нами предварительные результаты могут ориентировать направление последующих задач в углубленном геоэкологическом исследовании данной территории.

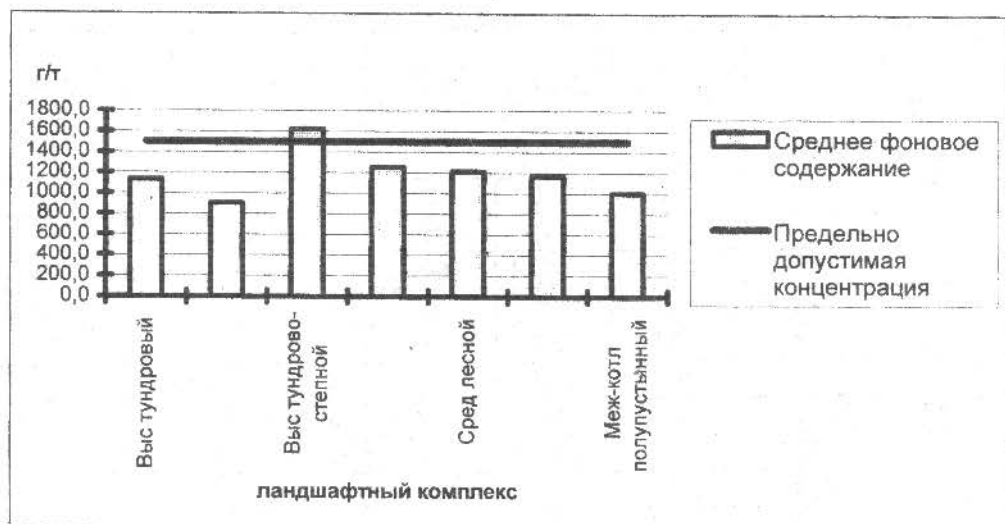


Рис.2. Сравнение средних фоновых содержаний марганца (Mn) в почвах ландшафтных комплексов Горного Алтая с ПДК в отношении фитотоксичности.

В целом, определение статистических параметров и фоновой концентрации химических элементов по Горному Алтаю имеет дескриптивное значение, представляя возможность быстрого ознакомления с общим характером распределения этих элементов. Однако по мере детализации экологоориентированных и практических исследований потребуются постановки задач, сводимые к распознаванию образов многопараметрически охарактеризованных объектов. В плане решения задач такого рода характеристика распределения химических элементов приобретает уже не описательное, а практическое значение.

Для оценки взаимосвязи геохимии с животным миром (млекопитающими) использовались новые подходы, сводимые к непараметрическим статистикам, позволяющим работать с количественными и качественными показателями напрямую, практически без опоры на какие-либо дескриптивные критерии.

Известно, что биогеохимия ландшафтов обусловлена геохимическими свойствами литосферы, но носителями элементов являются растения. Изучение геохимии ландшафтов Горного Алтая проводилось с целью дальнейшего анализа влияния на характеристики млекопитающих Горного Алтая.

### Литература

1. Атлас Алтайского края. Т. 1. Барнаул – Москва. 1978.
2. Бондаренко В.Н. Статистические решения некоторых задач геологии. – М.: Недра, 1970. 248 с.
3. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – М.: Недра, 1983. 191 с.
4. Каранин А.В., Бачурин А.С., Шитов А.В., Осокин А.Е. Использование языка программирования Авепис для создания ландшафтно-геохимической карты республики Алтай. // Новые информационные технологии в науке и образовании: Сборник научных трудов. – Горно-Алтайск. «Универ-Принт», 2002. с.31-33
5. Орлов Д.С., Малинина М.С., Могузова Г.В. и др. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник. М.: Агропромиздат, 1991. 303 с.

6. Росляков Н.А., Ковалев В.П., Сухоруков Ф.В., Щербаков Ю.Г., Аношин Г.Н., Рассказов Н.М., Шварцев С.Л., Калинин Ю.А., Ковалев С.И., Маликова И.Н., Мельгунов С.В., Осинцев С.Р., Рослякова Н.В., Щербов Б.Л. Экогеохимия Западной Сибири. Тяжелые металлы и радионуклиды / РАН, Сиб. Отд-ние, Объед. Ин-т геологии, геофизики и минералогии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1996. 248 с.

7. Соловов А.П. Основы теории и практики металлометрических съемок. – Алма-Ата: АН КазССР, 1959. 266 с.

8. Шарапов И.П. Применение математической статистики в геологии. – М.: Недра, 1971. 248 с.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ЛАНДШАФТА

С.С. Драчёв

Институт водных и экологических проблем СО РАН

Человеческая цивилизация переживает кризис, возможно, самый глубокий за всю известную нам историю. Глобальный характер и многоликость кризиса не позволяют с полной уверенностью вычленить его причины и найти рациональные пути решения.

Наиболее значимое для живой составляющей ландшафтной оболочки – качество окружающей среды, претерпевает в современное время значительные изменения, под действием факторов, как естественного, так и искусственного происхождения.

Оценка степени воздействия и прогнозирование ответных реакций биотической среды на изменения условий её существования, один из важнейших вопросов перед науками экологического профиля.

Огромные технические мощности, освоенные человечеством, породили темпы эволюции, к которым природа готова приспособиться лишь в ограниченной степени. Введение человеком в круговороты элементов доселе не имевших аналогов в живой природе, его крайняя экологическая неразборчивость и низкая скорость филогенеза, привели к тому, что на фоне высокой географической дифференциации, повышающей сопротивляемость биоты в целом, происходит резкое региональное снижение разнообразия биоты, за счёт массовых антропогенных внедрений посторонних видов. Столь быстрого увеличения однородности биоты, на фоне резкой предшествующей дифференциации, ранее не происходило.

Применяемые в настоящее время нормы ПДК и ПДВ, для оценки состояния окружающей среды, отражают лишь предел концентрации загрязняющих элементов в ландшафте, выражающегося во вредности для здоровья его живой компоненты. Но при этом не учитывается системность ландшафта, его иерархичность и соподчиненность. Трансформация природы происходит не только при загрязнении, либо истощении ресурсов. Даже в тех случаях, когда человек восстанавливает всё в полном объеме и, более того, когда он вообще ничего не изымает из окружающей среды, практически любая его материальная деятельность изменяет её свойства и строение.

Таким образом, емкость ландшафтов, в биологическом понимании, как способность ландшафта обеспечивать нормальную жизнедеятельность некоторого числа организмов без отрицательных последствий, дополнительно приобрета-