
ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ГОРОДА КЫЗЫЛА
(РЕСПУБЛИКА ТУВА)**

Кара-Сал И.Д.
Тувинский государственный университет

**ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CONDITION OF
THE SOIL COVER IN KYZYL
(REPUBLIC OF TUVA)**

Kara-Sal I.D.

В статье рассматриваются данные эколого-геохимического исследования почвенного покрова города Кызыла. На территории столицы Республики Тува был проведен анализ подвижной и валовой формы тяжелых металлов и мышьяка в почвенном покрове за 2008 и 2009 годы. Определялось содержание химических элементов в почве и pH среды. Обработка аналитических данных заключалась в расчете среднего значения коэффициента концентрации (K_c) и суммарного показателя (Z_c) загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами и мышьяком. По результатам эксперимента определены приоритетные загрязнители, вносящие наибольший вклад в загрязнении, и уровень загрязнения почвенного покрова химическими элементами.

Ключевые слова: эколого-геохимическое исследование, почвенный покров, приоритетные загрязнители.

The paper considers the results of ecological and geochemical research of soil cover in Kyzyl. Gross and mobile forms of heavy metals and arsenic in the soil cover of the 2008 and 2009 were analyzed in the capital of Tuva. We determined the content of chemical substances in soil and pH environment. The aim of processing of analytical data was to calculate the average concentration coefficient (K_c) and the total score (Z_c) of the soil cover pollution by heavy metals and arsenic. The experimental results gave an opportunity to determine the main pollutants, which make the greatest contribution to pollution and the level of pollution of soil cover by chemical substances.

Key words: ecological and geochemical research, soil cover, main pollutants and the level of pollution.

Основной источник антропогенного загрязнения почв – выбросы промышленных предприятий и транспорт; при этом очаги загрязнения сосредоточены на ограниченных площадях у автомагистралей и вокруг крупных промышленных центров [1].

Почвенный покров аккумулирует многолетние выпадения взвешенных веществ из атмосферы, а снег – сезонные. Поскольку почва является малоподвижной средой и миграция в ней осуществляется медленно, атмосферные выпадения накапливаются в верхнем слое почвы, и максимальная концентрация элементов загрязнителей приурочена к верхнему горизонту, непосредственно контактирующему с

приземным слоем атмосферы (глубина 0 ... 10 см) [2].

Для изучения эколого-химического состояния почвенного покрова г. Кызыла в 2008 и 2009 гг. в точках соответствующих местам отбора снега, были отобраны пробы почв. Всего отобрано 28 проб почвы. Глубина отбора проб составила 0-10 см, усредненный образец составил из 10-15 точечных образцов, после перемешивания отобрали образец почвы для анализа массой 1500 граммов.

Отбор проб и подготовка их к анализу проводились по следующим нормативным документам для почвенного покрова согласно ГОСТ 17.4.3.01-83. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору

проб»; ГОСТ 17.4.4.02-84 [3]. «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» [4].

Обработка аналитических данных заключалась в расчете среднего значения коэффициента концентрации (K_C) и суммарного показателя (Z_C) загрязнения почв.

Рассчитывался коэффициент (K_C) концентрации элементов в пробе [5]:

$$K_C = C_i/C_{\phi}$$

где C_i – содержание элемента в конкретной пробе, мг/л;

C_{ϕ} – фоновое содержание элемента, мг/л.

Поскольку техногенные аномалии чаще всего имеют полиэлементный состав, для них

рассчитывался суммарный показатель загрязнения (Z_C) по формуле:

$$Z_C = \sum_{i=1}^n K_{C_i} \cdot (n-1),$$

где n – число учитываемых элементов.

Расчетные данные представлены в таблицах 1, 2 (подвижные и валовые формы). Результаты определения pH среды показали, что интервал изменения pH варьирует в пределах 7,8 – 8,3 при фоне 7,6 ед., т.е. pH среды имеет сильнощелочную реакцию.

Наибольшие значения pH среды 8,3 и 8,2 отмечены вблизи магистральных автодорог (Телецентр, ул. Московская), (ул. Калинина и Ровенская), а также в районе рынка (ул. Красноармейская, 137). Наименьшие – в п.г.т. Каа-Хем (1,5 км, 500 м восточнее и западнее от ТЭЦ) (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения коэффициента (K_C) концентрации и суммарного показателя (Z_C) загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова г. Кызыла (подвижные формы) с 2008 по 2009 г.

№ пробы	Место отбора проб	pH	Коэффициент концентрации K_C							Суммарный показатель (Z_C)
			Cd	Ni	Zn	Cu	Pb	Mn	Co	
1	п.г.т. Каа-Хем, 1,5 км восточнее от Кызыльской ТЭЦ	7,8	1,4	1,6	2,5	0,61	2,1	1,2	1,4	4,81
2	п.г.т. Каа-Хем, 500 м восточнее от ТЭЦ (ул. Шахтерская)	7,9	1,8	3,2	2,7	1,1	2,5	1,5	1,4	8,2
3	Частный сектор, 500 м западнее от ТЭЦ	7,9	1,8	2,5	2,9	1,7	2,7	1,4	2,3	9,3
4	Район школы-интерната 1,5 км западнее от ТЭЦ	8,1	1,9	3,1	4,0	1,7	2,8	1,4	2,6	11,5
5	Магистральная автодорога (кольцевой перекресток ул. Дружбы и Рабочая)	8,1	2,1	2,5	2,5	1,7	2,4	2,1	2,2	9,5
6	Магистральная автодорога (район автовокзала)	8,1	1,9	2,5	3,95	1,5	1,95	1,3	1,4	8,5
7	Район рынка (ул. Красноармейская, 137)	8,2	2,0	2,9	4,8	1,9	2,3	1,3	2,1	11,3
8	Частный сектор (ул. Рабочая, 278)	8,1	1,4	1,6	3,4	1,5	1,5	1,3	1,8	6,5
9	Магистральная автодорога (кольцевой перекресток Телецентр, ул. Московская)	8,3	2,1	2,4	5,4	1,9	2,3	2,4	2,4	12,9
10	Магистральная автодорога (ул. Калинина, ул. Ровенская)	8,2	1,3	1,5	4,3	1,3	2,7	1,4	1,5	8,0
11	Промышленная зона (ул. Сукпакская, 24)	8,1	2,2	2,0	2,1	1,6	1,6	1,2	2,4	7,1
12	Правый берег, частный сектор (ул. Холмистая, 41)	8,1	1,4	2,0	2,2	1,2	1,6	1,2	1,5	5,1
13	Частный сектор (ул. Убусунурская, 17)	8,0	1,75	2,1	1,4	1,4	2,4	1,4	1,4	3,8
Фоновая проба (мг/кг)										
14	Кызыл, Дус-Холь в 40 км южнее от г. Кызыла (фон)	7,6	0,032	0,45	0,7	0,09	0,58	18,3	0,05	-

На пробных участках средние значения коэффициента (K_C) аномальности превышают фон от 0,61 до 5,4 ед., максимальные

значения имеют Zn и Ni с коэффициентом концентрации 4,0-5,4 и 3,1 соответственно, а минимальные – Cu (0,61-1,1).

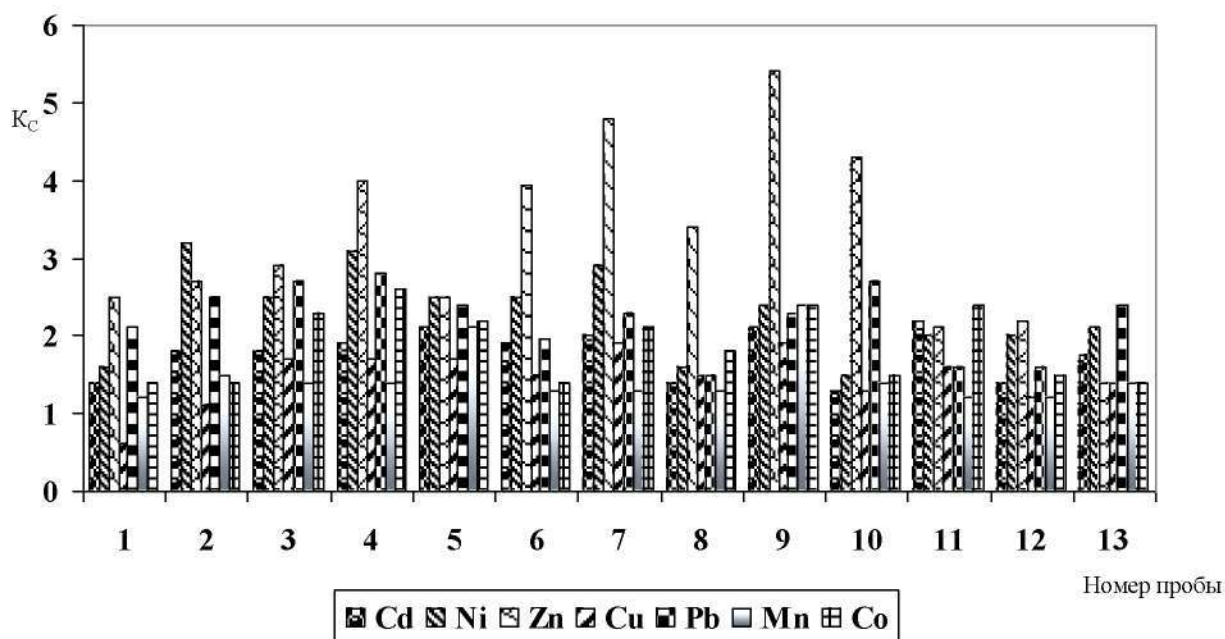


Рис. 1. Среднее значение коэффициента (K_C) концентрации тяжелых металлов в почвенном покрове г. Кызыла (подвижные формы) с 2008 по 2009 год

Наибольшие значения **цинка** зафиксированы на участках магистральных автодорог (Телецентр, ул. Московская), (ул. Калинина и Ровенская) и в районе рынка (ул. Красноармейская, 137), школы-интерната и автовокзала, а **никеля** – в п.г.т. Каа-Хем (500м восточнее от ТЭЦ) и районе школы-интерната. Минимальные концентрации **меди** отмечены в п.г.т. Каа-Хем (1,5 км и 500 восточнее от Кызылской ТЭЦ) (рис. 1).

Расчетный суммарный показатель (Z_C) загрязнения почвенного покрова химическими элементами составил от 3,8 до 12,9 ед., что свидетельствует о минимальном и слабом загрязнении почвенного покрова. Категория загрязнения почв допустимая.

Максимальные значения слабого загрязнения выявлены вблизи магистральной

автодороги (Телецентр, ул. Московская), в районе школы-интерната и рынка (ул. Красноармейская, 137) с (Z_C) 12,9; 11,5 и 11,3 ед., соответственно. На остальных участках значения слабого загрязнения от 8,0 до 9,5 ед., отмечены на перекрестке магистральной автодороги (ул. Дружбы и Рабочей), в районе автовокзала и в зоне действия Кызылской ТЭЦ, кроме частных секторов.

В таблице 2 в зоне действия Кызылской ТЭЦ средние значения коэффициента концентрации ($K_{Ccp.}$) (подвижные формы) относительно фоновому варьируют от 1,2 до 3,03 ед., преобладающими элементами в почвенном покрове являются Zn (3,03), Ni (2,6) и Pb (2,53).

Таблица 2

Сравнительная характеристика отдельных ареалов загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова г. Кызыл (по средним значениям K_{Ccp} и Z_{Ccp})

№	Зоны	K_{Ccp} (подвижные формы)							Z_C	Уровень загрязнения
		Cd	Ni	Zn	Cu	Pb	Mn	Co		
1	Зона действия ТЭЦ	1,7	2,6	3,03	1,38	2,53	1,38	1,93	8,58	Слабый
2	Зона действия магистральных автодорог	1,9	2,36	4,19	1,7	2,33	1,7	1,9	10,04	Слабый
3	Промышленная зона	2,2	2,0	2,1	1,6	1,6	1,2	2,4	7,1	Минимальный
4	Частный сектор	1,5	1,9	2,3	1,4	1,8	1,3	1,6	5,8	Минимальный

В зоне действия магистральных автодорог средние значения коэффициента (K_{Ccp}) аномальности превышают фон от 1,7 до 4,19 ед., наибольшее количество имеют Zn(4,19), Ni(2,36) и Pb(3,3).

В промышленной зоне и частном секторе содержание коэффициента концентрации варьирует от 1,2 до 2,4 ед., преобладающими элементами установлены Co(2,4), Zn(2,3) и Cd(2,4).

Средние значения суммарного показателя (Z_C) загрязнения составили от 5,8 до 10,04 ед., что свидетельствует о минимальном загрязнении почвенного покрова химическими элементами в промышленной зоне и частном секторе и слабым – в зонах действия Кызылской ТЭЦ и магистральных автодорог.

В таблице 3 представлены средние значения коэффициента концентрации (K_C) и суммарного показателя (Z_C) загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком почвенного покрова г. Кызыла (валовые формы). На обследуемых участках среднее значение коэффициента (K_C) концентрации относительно фоновой составило от 1,0 до 4,8 ед., наибольшее значение имеет Zn с K_C аномальности 4,8 ед.

На рисунке 2 видно, что наиболее высокие концентрации **цинка** отмечены в частном секторе (500 м западнее от ТЭЦ), районе школы-интерната и рынка ((Красноармейская,137), а также вблизи магистральной автодороги (ул. Калинина и Ровенская), минимальные – всех остальных элементов встречаются в частном секторе (ул. Рабочая, 278).

Расчетные значения суммарного показателя (Z_C) загрязнения составили от 4,6 до 12,9 ед., что свидетельствует о минимальном и слабом загрязнении почвенного покрова химическими элементами, что означает допустимая категория загрязнения почв.

Более высокие значения слабого загрязнения установлены вблизи магистральной автодороги (Телецентр, ул. Московская), в частном секторе (500 м, западнее от ТЭЦ) и районе рынка, также слабое загрязнение зафиксировано в 500 м восточнее от ТЭЦ, районе школы-интерната, автовокзала и вблизи магистральных автодорог (ул. Дружба и Рабочая), (ул. Калинина и Ровенская). На остальных участках загрязнение минимальное.

Таблица 3

Средние значения коэффициента (K_C) концентрации и суммарного показателя (Z_C) загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком почвенного покрова г. Кызыла (валовые формы) с 2008 по 2009 г.

№ пробы	Место отбора проб	Коэффициент концентрации K_C									Суммарный показатель (Z_C)
		Cd	Ni	Zn	Cu	Pb	Mn	Co	Hg	As	
1	п.г.т. Каа-Хем, 1,5 км восточнее от Кызыльской ТЭЦ	1,5	2,1	2,5	1,2	1,6	1,2	1,5	1,7	1,9	7,2
2	п.г.т. Каа-Хем, 500 м восточнее от ТЭЦ (ул. Шахтерская)	1,7	2,3	3,2	1,71	1,95	1,5	1,2	2,4	2,0	9,95
3	Частный сектор, 500 м западнее от ТЭЦ	1,6	1,4	4,8	1,9	1,92	1,6	1,2	2,9	2,4	11,7
4	Район школы-интерната 1,5 км западнее от ТЭЦ	1,3	2,4	4,1	1,7	1,7	1,3	1,4	1,7	1,7	9,3
5	Магистральная автодорога (кольцевой перекресток ул. Дружбы и Рабочей)	1,2	2,4	2,8	1,5	1,8	1,5	2,2	1,7	2,0	9,1
6	Магистральная автодорога (район автовокзала)	1,5	2,4	2,7	1,7	2,75	1,4	1,9	1,3	1,6	9,25
7	Район рынка (ул. Красноармейская, 137)	1,0	2,1	3,8	1,8	2,7	1,3	1,6	1,95	2,2	10,45
8	Частный сектор (ул. Рабочая, 278)	1,2	1,45	1,7	1,3	1,8	1,2	1,3	1,2	1,45	4,6
9	Магистральная автодорога (кольцевой перекресток Телецентр, ул. Московская)	2,0	2,0	3,5	1,85	1,8	2,4	2,45	2,3	2,6	12,9
10	Магистральная автодорога (ул. Калинина, ул. Ровенская)	1,5	2,2	2,8	1,4	2,3	1,5	1,6	1,5	1,8	8,6
11	Промышленная зона (ул. Сукпакская, 24)	2,0	2,4	2,7	1,3	1,2	1,5	1,4	1,4	1,7	7,6
12	Правый берег, частный сектор (ул. Холмистая, 41)	1,2	1,7	2,7	1,8	2,5	1,4	1,6	1,4	1,7	8,0
13	Частный сектор (ул. Убус-Нурская, 17)	1,5	2,1	2,7	1,6	1,9	1,1	1,9	1,4	1,55	7,8
		Фоновая проба (мг/кг)									
14	Кызыл, Дус-Холь, 40 км южнее от г. Кызыла (фон)	0,30	15,6	21	11,1	7,95	237	5,4	0,012	1,9	-

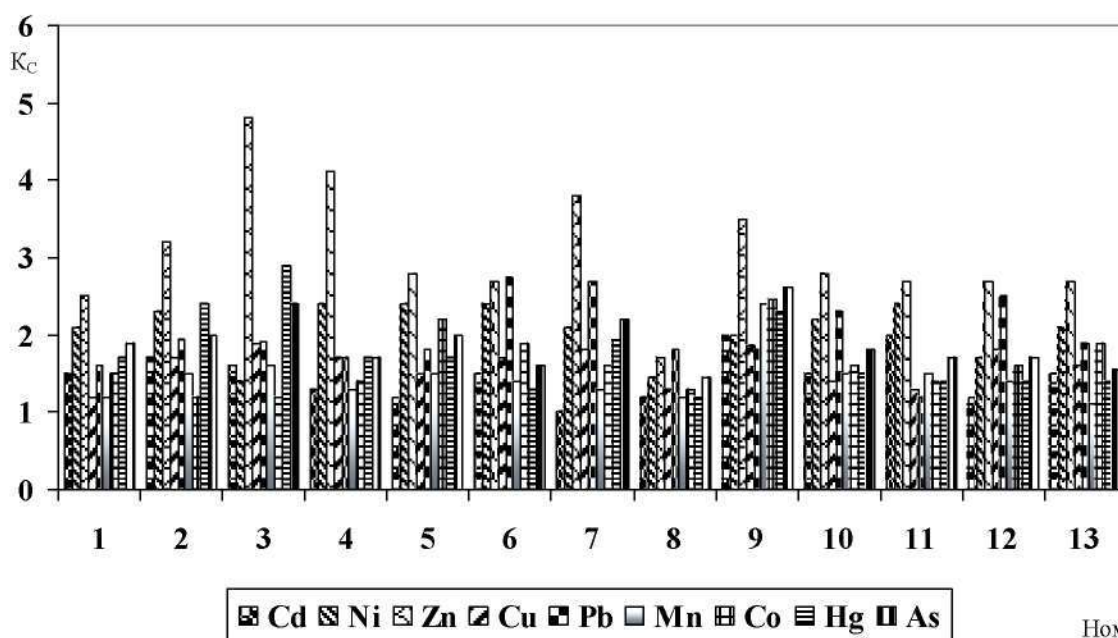


Рис. 2. Среднее значение коэффициента (K_C) концентрации тяжелых металлов и мышьяка в почвенном покрове г. Кызыла (валовые формы) с 2008 по 2009 год

По данным таблицы 4 в зоне действия Кызылской ТЭЦ средние значения коэффициента ($K_{Cep.}$) концентрации (валовые формы) относительно фоновому варьируют от 1,2 до 3,7 ед., лидирующими элементами в почвенном покрове являются Zn (3,7) и Ni (2,3).

В зоне действия магистральных автодорог средние значения коэффициента ($K_{Cep.}$) аномальности превышают фон от 1,4 до 3,1 ед., наибольшее количество имеют Zn (3,1) и Pb(2,3).

В промышленной зоне и частном секторе содержание коэффициента ($K_{Cep.}$) концентрации варьирует от 1,2 до 2,7 ед., лидирующими элементами установлены Zn (2,7) и Ni .

В зонах действия ТЭЦ и автомагистральных дорог средние значения суммарного показателя ($Z_{Cep.}$) загрязнения составили 9,6 -10,4 ед., что свидетельствует о слабом загрязнении почвенного покрова, на остальных зонах ($Z_{Cep.}$ -7,6; 6,8) загрязнение минимальное.

Таблица 4

Сравнительная характеристика отдельных ареалов загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком почвенного покрова г. Кызыла (по средним значениям $K_{Cep.}$ и $Z_{Cep.}$)

№	Зоны	$K_{Cep.}$ (валовые формы)										$Z_{Cep.}$	Уровень загрязнения
		Cd	Ni	Zn	Cu	Pb	Mn	Co	Hg	As			
1	Зона действия ТЭЦ	1,5	2,3	3,7	1,6	1,8	1,4	2,1	1,2	2,0	9,6	слабый	
2	Зона действия магистральных автодорог	1,4	2,2	3,1	1,7	2,3	1,6	1,8	1,8	2,04	10,4	слабый	
3	Промышленная зона	2,0	2,4	2,7	1,3	1,2	1,5	1,4	1,4	1,7	7,6	минимальный	
4	Частный сектор	1,3	1,8	2,3	1,6	2,1	1,2	1,6	1,3	1,6	6,8	Минимальный	

В целом, по результатам исследования, средние значения коэффициента аномальности тяжелых металлов (подвижные формы) превышают фон от 0,61 до 5,4 ед. и от 1,0 до 4,8 ед. (валовые формы). Максимальные значения имеют Zn и Ni с коэффициентом концентрации 4,0-5,4 и 3,1 соответственно, а минимальные – Cu (0,61-1,1). Расчетный суммарный показатель (Z_c) загрязнения почвенного покрова химическими элементами составил от 3,8 до 12,9 ед., (подвижные формы) и от 4,6 до 12,9 ед. (валовые формы), что свидетельствует о минимальном и слабом загрязнении почвенного покрова. Категория загрязнения почв допустимая.

Максимальные значения слабого загрязнения выявлены вблизи магистральной автодороги (Телецентр, ул. Московская), в частном секторе (500 м,

западнее от ТЭЦ), районе школы-интерната и рынка (ул. Красноармейская), также слабое загрязнение зафиксировано в 500 м восточнее от ТЭЦ, районе школы-интерната, автовокзала и вблизи магистральных автодорог (ул. Дружба и Рабочая), (ул. Калинина и Ровенская). Основными приоритетными загрязнителями почвенного покрова г. Кызыла установлены **цинк** и **свинец**.

В зонах действия ТЭЦ и автомагистральных дорог наибольший вклад в загрязнение почвенного покрова из подвижных и валовых форм тяжелых металлов вносят **цинк**, **никель** и **свинец**, уровень загрязнения оценивается как слабый. В промышленной зоне и частном секторе загрязнение минимальное, основными преобладающими элементами из подвижных форм являются **цинк** и

никель, валовых – кобальт, цинк и кадмий.

Литература:

1. Валетдинов А.Р. Новый экологический критерий – предельно допустимые поступления тяжелых металлов на почву. /А.Р. Валетдинов, А.Т. Горшкова, Ф.Р. Валетдинов, С.В. Фридланд, А.П. Шлыков //Безопасность жизнедеятельности. - № 12. - Москва, 2006. – С. 13-16.

2. Александрова А.Б. Почвенно-экологические условия формирования ландшафтов г. Казани. // Дисс. канд. биол. наук. – Казань: КГУ, 2004. – С. 55.

3. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 14 с.

4. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 12 с.

5. Сагет Ю.Е. Геохимия окружающей среды. Ю.Е. Сагет, Б.А. Ревич, Е.П. Яхин. – М.: Недра, 1990. – 335 с.