

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО УРАЛА

Изучено содержание и распределение химических элементов в почвах луговых, лесных экосистем Северной (Уфимское плато), Северо-восточной лесостепной зоны (Юрюзано-Айской депрессии) и горнорудного региона Зауралья (в пределах Учалинского района), подверженных разноуровневым антропогенным нагрузкам и дана оценка степени химического загрязнения почвенного покрова по трем классам токсичности.

Ключевые слова: Южный Урал, химические элементы, тяжелые металлы, суммарный химический показатель, почвенный покров.

Одним из основных критериев экологической безопасности является содержание токсичных элементов в почвах. Оценка степени химического загрязнения почвенного покрова проводится путем сравнения концентрации каждого элемента с известными пороговыми и критическими нагрузками, установленными нормативами и величинами ПДК. Поскольку нормативы содержания ряда веществ не установлены, а уровень токсичности элементов в значительной степени зависит от генетических свойств почвы (содержания гумуса, питательных элементов и вторичных минералов, рН среды, окислительно-восстановительных условий и т. д.), устойчивости естественных растений и сельскохозяйственных культур, В.В.Добровольский [6], М.А. Глазовская [4], В.А.Ковда [10], А.Кабата-Пендиас, Х.Пендиас [7] и другие ученые считают более целесообразным ориентироваться по фоновым значениям. Токсичными считаются концентрации веществ, превышающие их естественное содержание в 5, 10 и более раз. Недостатком экологической оценки по ПДК, как отмечает В.И. Кирюшин [8], является еще и тот факт, что не учитывается сложение негативного действия нескольких элементов, каждый из которых присутствует в субарктических концентрациях. Очевидно, что если содержание многих элементов повышенное, то их суммарный эффект может привести к экологическому бедствию.

Целью наших исследований явилось изучение содержания и распределения химических элементов в почвах различных экосистем (лес, пашня, луг) и с разными уровнями антропогенной нагрузки на Южном Урале и агроэкологическая оценка степени химического загрязнения почвенного покрова по трем классам токсичности.

Нами определено содержание 18 химических элементов в почвах луговых, лесных и агроэкосистем Северной (Уфимское плато), Северо-восточной лесостепной зоны (Юрюзано-Айской депрессии) и горнорудного региона Зауралья (в пределах Учалинского района), подверженных разноуровневым антропогенным нагрузкам и дана оценка степени химического загрязнения почвенного покрова по токсическим элементам.

Методы и объекты исследований приведены в ранних работах [1],[2].

Роль отдельных элементов в пределах своего класса токсичности определяли по отношению к фоновым показателям и выразили в процентах. Суммарный химический показатель рассчитали как сумму коэффициентов концентрации веществ по формуле: $Z_c = \sum K_{Ci} \cdot (n-1)$, где n-число определяющих элементов; K_{Ci} -коэффициент концентрации i-го элемента, $K_{Ci} = C_i / C_{\text{фи}}$ [3],[7]. Фоновые значения были определены по минимальной величине или среднему значению из нескольких минимальных для каждого региона.

Поведение элементов 1 класс токсичности. Анализ данных по загрязнению почв элементами первого класса токсичности показывает, что основная нагрузка во всех регионах приходится на цинк, селен и мышьяк. Вместе с тем, имеются и свои особенности.

В районе Уфимского плато (Северная лесостепь), где содержание элементов в почвах определяется естественными факторами и прежде всего их содержанием в коренных и почвообразующих породах, суммарный химический показатель элементов первого класса токсичности невелик. Исключением являются торфянисто-перегнойные почвы на стационарах Байки (лес еловый) и Магинск (лиственница), в которых обнаружено высокое содержание рту-

ти и селена, достигающее 50,9 и 62,5% соответственно. Суммарный показатель загрязнения на этих участках составляет 34,8-36,6 ед.

Для Юрюзано-Айской депрессии (Северо-восточная лесостепь) характерен большой диапазон изменения суммарного химического показателя от 10 до 110 ед. причем до 90 % загрязнения приходится на цинк. Аномально высокие концентрации селена (до 70%) в почвах обусловлены его высоким содержанием в органогенных известняках в полосе пермских рифовых массивов. Поступление селена в почвы связано с разработкой карьеров и известкованием кислых почв. В пахотных почвах региона существенный вклад в суммарный показатель загрязнения вносит ртуть (до 60%). Поскольку в породах ее почти нет, накопление ртути связано, по всей видимости, с пестицидной нагрузкой.

По величине суммарного показателя загрязнения пахотные темно-серые лесные почвы стационаров Вознесенка и Большеустикинское относятся к категории высокотоксичных почв (Методические указания ЦИНАО).

В Зауральском горнорудном регионе, перегруженном естественным содержанием в коренных породах хрома, никеля, кобальта, мышьяка, сурьмы, меди, цинка, свинца и др., множество токсичных элементов поступает в результате трансрегионального переноса главным образом

со стороны Магнитогорска. Величина этого переноса здесь колеблется от 191,5 до 2456,6 мкг/л.

В связи с тем, что фоновые значения содержания некоторых элементов (цинка, мышьяка и селена) в почвах этого региона завышены по указанным причинам, для расчета вклада этих элементов в суммарный показатель загрязнения в качестве фоновых величин были взяты соответствующие данные Уфимского плато. Фоновые значения других элементов близки.

Наиболее высокие значения суммарного показателя загрязнения в этом регионе выявлены вблизи Учалинского ГОКа (39,5-62,9), самые низкие на стационаре Кирыбинка и Ахуново под лесом. Основной вклад, независимо от общего уровня загрязнения, среди элементов 1-го класса токсичности вносят мышьяк и селен.

Содержание ртути и свинца в значительной степени определяется техногенным фактором и в меньшей мере зависит от естественных характеристик территории. Содержание ртути в почвах этого региона относительно невелико (1,5-10,2), но доля свинца достигает 30,3 % в почвах вблизи ГОКа.

Поведение элементов 2 класса токсичности. По содержанию элементов 2-го класса токсичности и их суммарному химическому показателю регионы значительно различаются. В наиболее чистом районе Уфимско-

Таблица 1. Оценка содержания элементов 1-го класса токсичности

№	Стационары	As	Zn	Pb	Cd	Hg	Se	Z _c
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Северная лесостепная зона</i>								
1.	Байки, лес	2,0	1,2	1,2	1,3	1,0	1,0	2,7
		26,0	15,6	15,6	16,9	13,0	13,0	
2.	Байки, луг	2,7	3,2	1,5	1,9	1,0	1,0	6,3
		23,9	28,4	13,3	16,8	8,8	8,8	
3.	Байки, лес	2,5	2,0	1,8	1,0	20,5	12,0	34,8
		6,4	5,1	4,6	2,5	50,9	30,5	
4.	Магинск, лес	2,1	1,2	2,1	2,6	7,6	26	36,6
		5,1	28,8	5,1	6,3	18,3	62,5	
5.	Абызово, луг	1,0	1,0	1,0	1,9	1,0	18,0	18,9
		4,2	4,2	4,2	7,9	4,2	75,3	
6.	Караяр, лес	4,2	2,3	1,5	2,5	1,0	1,0	7,5
		33,6	18,4	12,0	20	8,0	8,0	
7.	Караяр, луг	3,2	3,8	1,5	3,9	1,0	1,0	9,4
		22,2	26,4	10,4	27,2	6,9	6,9	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Горнорудный регион Зауралья</i>								
1.	Сафарово, лес	6,0	2,0	5,1	2,5	4,0	13,2	27,8
		18,3	6,1	15,5	7,6	12,2	40,3	
2.	Комсомольское, луг	7,7	1,7	1,0	1,7	1,0	14,3	22,4
		28,2	6,2	3,6	6,2	3,6	52,2	
3.	Кирыбинка, лес	6,6	1,8	2,7	1,0	1,0	6,5	14,6
		33,7	9,2	13,8	5,1	5,1	33,2	
4.	Ахуново, лес	7,7	1,8	2,5	1,0	2,7	5,9	16,6
		35,6	8,3	11,6	4,6	12,5	27,3	
5.	Учалинский ГОК, лес	28,3	6,2	20,6	1,0	1,0	10,8	62,9
		42,0	9,0	30,1	1,5	1,5	15,9	
6.	Учалинский ГОК, ЛЭП	28,3	3,4	1,1	5,6	1,0	5,1	39,5
		63,6	7,8	2,5	12,6	2,2	11,4	
<i>Северо-восточная лесостепная зона</i>								
1.	Вознесенка, луг	10,9	82,8	2,2	6,1	1,0	2,2	100,2
		10,4	78,7	2,1	5,6	0,9	2,1	
2.	Вознесенка, лес	1,4	46,8	3,1	4,7	1,0	1,5	53,2
		2,4	80,0	5,3	8,3	1,7	2,6	
3.	Вознесенка, луг	-	23,3	3,3	4,0	1,0	2,3	33,9
		-	68,7	9,7	11,8	2,9	6,8	
4.	Вознесенка, пашня (пшеница)	1,3	8,6	1,7	2,1	30,6	7,8	47,1
		2,5	16,6	3,3	4,1	58,7	14,8	
5.	Вознесенка, пашня (рапс)	1,0	-	1,0	2,7	8,6	1,0	10,3
		7,0	-	7,0	18,8	60,2	7,0	
6.	Рухтино, лес	1,2	97,6	1,5	2,2	1,0	3,0	101,5
		1,1	91,6	1,4	2,0	0,9	2,0	
7.	Рухтино, луг	2,3	1,0	1,0	5,5	36,4	1,5	42,7
		4,8	2,1	2,1	11,4	76,3	3,1	
8.	Большеустикинское, лес	4,8	58,3	2,2	3,5	1,0	1,7	66,5
		6,7	81,5	3,1	4,9	1,4	2,4	
9.	Большеустикинское, поле (гречиха) №9	2,1	-	1,0	1,0	1,0	12,4	13,5
		12,0	-	5,7	5,7	5,7	70,9	
10.	Большеустикинское, поле (гречиха) №10	2,6	7,5	2,2	12,0	33,6	4,4	57,3
		4,2	12,0	3,5	19,3	54,0	7,0	
11.	Ногуши, лес	5,6	87,9	1,8	3,1	1,0	2,5	101,9
		5,5	86,2	1,8	3,0	1,0	2,5	
12.	Ургала, лес	6,8	97,3	2,0	5,1	1,0	1,5	108,7
		6,0	85,5	1,7	4,6	0,9	1,3	
13.	Ургала, луг	2,0	16,1	2,2	2,6	32,1	5,6	55,6
		3,3	26,6	3,6	4,3	53,0	9,2	
14.	Еланлино, лес	-	21,4	2,6	5,9	1,0	2,1	29,0
		-	64,8	7,9	17,9	3,0	6,4	
15.	Аркаулово, лес	-	18,4	-	2,8	1,0	1,9	21,1
		-	76,4	-	11,6	4,1	7,9	
16.	Аркаулово, луг	-	14,8	-	4,6	1,0	1,4	18,8
		-	67,8	-	21,2	4,6	6,4	
17.	Ногуши, луг	3,7	-	1,4	-	11,8	1,8	15,5
		19,7	-	7,6	-	63,1	9,6	

го плато суммарный показатель загрязнения не превышает 10 ед. (3,3-8,5). Основную роль в этом плане играет молибден, доля которого составляет от 13,7 до 69,6 %. На втором месте высунает хром (16,4-30,4 %), далее кобальт, никель и медь количество которых изменяется в близком диапазоне.

В почвах Юрюзано-Айской депрессии общий уровень нагрузки элементами 2-го класса токсичности заметно различается в зависимости от принадлежности к экосистеме. Самыми низкими суммарными показателями загрязнения характеризуются пахотные почвы (1,0-3,6), самыми высокими – луга (6,3-40,3), промежуточное положение занимают леса (16,0-26,0). Основной вклад в накопление элементов этого класса в почвах всех экосистем вносит молибден. На втором месте в почвах пашни находится кобальт (20,0-33,2%), под лесом и лугом больше содержится меди (16,8-49,3%). Содержание хрома и никеля в целом незначительно.

В почвах Зауральского горнорудного региона суммарный показатель загрязнения изменяется также в широком диапазоне (1,3-25,9). Минимальные значения характерны для почв стационара Комсомольское, максимальные - Ахуново.

Вблизи Учалинского ГОКа в почвах почти половину нагрузки среди элементов 2-го клас-

са токсичности, как и следовало ожидать, составляет медь. Доля молибдена и хрома здесь также велика (18,2-27,6 и 15,9-18,2 % соответственно).

В почвах стационаров Сафарово, Кирябинка и Ахуново преимущество составляет хром (41,1-65,1%), относительно высоко содержание в них никеля и кобальта (18,3-28,5 и 7,6-24,4 % соответственно).

Поведение элементов 3 класса токсичности. Основная нагрузка среди элементов этого класса токсичности во всех регионах приходится на барий, вольфрам и марганец, что обусловлено их исключительно высоким содержанием в коренных и почвообразующих породах. Самое высокое содержание бария (50-90 %) и соответственно максимальные значения суммарного показателя загрязнения элементами 3-го класса опасности (до 76 ед.) наблюдаются в почвах стационаров Юрюзано-Айской депрессии, где барий является сопутствующим элементом в хемогенных и органогенных известняках

Повышенное содержание вольфрама выявляется локально в почвах Юрюзано-Айской депрессии, а максимальное-(67,3%) в почвах вблизи Учалинского ГОКа.

Содержание марганца в почвах регионов возрастает с запада на восток и его максимальные значения (30,8-44,1 %) определены в почвах

Таблица 2. Оценка содержания элементов 2-го класса токсичности

№	Стационары	Cr	Co	Ni	Cu	Mo	Z _c
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Северная лесостепная зона</i>							
1.	Байки, лес	1.9	1.6	1.1	-	3.6	5,2
		23.2	19.4	13.4	-	44.0	
2.	Байки, луг	2.1	-	-	-	4.8	5,9
		30.4	-	-	-	69.6	
3.	Байки, лес	1.0	1.1	1.1	1.2	5.7	6,1
		9.9	10.9	10.9	11.9	56.4	
4.	Магинск, лес	1.2	1.0	1.5	1.0	2.8	3,5
		16.1	13.3	20.0	13.3	37.3	
5.	Абызово, луг	1.8	1.7	1.6	1.2	1.0	3,3
		24.6	23.3	22.0	16.4	13.7	
6.	Караяр, лес	2.0	1.9	1.0	1.6	5.7	8,2
		16.4	15.6	8.2	13.1	46.7	
7.	Караяр, луг	2.2	-	1.3	2.2	5.8	8,5
		19.1	-	11.3	19.1	50.4	

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Горнорудный регион Зауралья</i>							
1.	Сафарово, лес	6,5	1,2	4,5	1,0	2,6	11,8
		41,1	7,6	28,5	6,3	16,5	
2.	Комсомольское, луг	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3
		18,9	24,4	18,9	18,9	18,9	
3.	Кирыбинка, лес	9,7	1,7	3,0	1,0	1,0	2,4
		59,1	10,4	18,3	6,1	6,1	
4.	Ахуново, лес	19,0	1,3	3,9	1,0	4,0	25,9
		65,1	4,4	13,2	3,4	13,6	
5.	Учалинский ГОК, лес	3,4	1,9	1,2	8,8	3,4	14,7
		18,2	10,2	6,4	47,0	18,2	
6.	Учалинский ГОК, ЛЭП	2,7	1,0	1,3	7,3	4,7	13,0
		15,9	5,9	7,6	43,0	27,6	
<i>Северо-восточная лесостепная зона</i>							
1.	Вознесенка, луг	1,5	3,4	2,4	9,9	27,1	40,3
		3,4	7,7	5,4	22,3	61,2	
2.	Вознесенка, лес	1,0	3,2	1,0	4,5	14,1	20,8
		4,2	13,4	4,2	18,9	59,3	
3.	Вознесенка, луг	2,3	3,9	3,0	10,9	14,1	30,2
		6,7	11,4	8,8	31,9	41,2	
4.	Вознесенка, пашня (пшеница)	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0
		16,7	33,2	16,7	16,7	16,7	
5.	Вознесенка, пашня (рапс)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
6.	Рухтино, лес	3,3	4,4	5,0	9,2	8,1	26,0
		11,0	14,7	16,7	30,6	27,0	
7.	Рухтино, луг	1,8	2,7	2,5	2,9	7,4	13,3
		10,4	15,6	14,4	16,8	42,8	
8.	Большеустикинское, лес	1,4	3,0	1,8	5,7	8,4	15,2
		6,9	14,8	8,9	28,1	41,3	
9.	Большеустикинское, поле (гречиха) №9	1,0	1,6	1,0	1,0	1,0	1,6
		17,9	28,4	17,9	17,9	17,9	
10.	Большеустикинское, поле (гречиха) №10	1,3	2,1	2,2	1,0	1,0	3,6
		17,1	27,6	28,9	13,2	13,2	
11.	Ногуши, лес	2,1	4,9	2,8	9,0	7,4	22,2
		8,0	18,7	10,7	34,4	28,2	
12.	Ургала, лес	4,1	4,5	5,8	6,8	5,6	22,8
		15,3	16,8	21,6	25,4	20,9	
13.	Ургала, луг	1,8	1,4	1,0	1,0	1,0	2,2
		29,0	22,7	16,1	16,1	16,1	
14.	Еланлино, лес	1,9	2,0	2,3	12,1	6,3	20,6
		7,7	8,1	9,3	49,3	25,6	
15.	Аркаулово, лес	1,5	1,6	1,5	8,7	6,7	16,0
		7,5	8,0	7,5	43,5	33,5	
16.	Аркаулово, луг	1,1	1,8	2,2	8,6	25,0	34,7
		2,8	4,6	5,7	22,3	64,6	
17.	Ногуши, луг	2,0	3,4	2,9	-	-	6,3
		24,1	41,0	34,9	-	-	

Таблица 3. Оценка содержания элементов 3-го класса токсичности

№	Стационары	W	Ba	Sr	Mn	V	Z _c
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Северная лесостепная зона</i>							
1.	Байки, лес	1.0	1.5	1.9	1.4	1.2	3,0
		14.2	21.4	27.2	20.0	17.2	
2.	Байки, луг	2.4	1.6	1.9	1.5	1.2	4,6
		27.9	18.6	22.1	17.4	14.0	
3.	Байки, лес	1.5	1.3	1.7	1.3	1.0	2,8
		22.0	19.1	25.0	19.1	14.7	
4.	Магинск, лес	1.7	1.0	1.3	1.0	1.1	2,1
		27.8	16.4	21.3	16.4	18.0	
5.	Абызово, луг	5.0	1.0	1.0	1.42	1.2	5,6
		52.0	10.4	10.4	14.8	12.4	
6.	Караяр, лес	2.1	1.6	1.7	1.4	1.3	4,1
		25.9	19.7	21.1	17.3	16	
7.	Караяр, луг	3.0	1.4	1.6	1.2	1.1	4,3
		36.1	16.9	19.3	14.4	13.3	
<i>Горнорудный регион Зауралья</i>							
1.	Сафарово, лес	3.0	2.7	1.0	3.0	1.0	6,7
		28.1	25.2	9.3	28.1	9.3	
2.	Комсомольское, луг	1.7	3.0	3.2	4.4	2.0	10,3
		11.9	21.0	22.3	30.8	14.0	
3.	Кирябинка, лес	2.2	1.0	1.9	5.2	1.5	7,8
		18.6	8.5	16.1	44.1	12.7	
4.	Ахуново, лес	1.0	2.5	2.1	2.3	1.0	4,9
		11.2	28.2	23.6	25.8	11.2	
5.	Учалинский ГОК, лес	27.0	6.5	1.0	3.8	1.8	36,1
		67.3	16.2	2.5	9.5	4.5	
6.	Учалинский ГОК, ЛЭП	4.1	4.6	1.0	1.0	3.0	9,7
		30.0	33.6	7.3	7.3	21.8	
<i>Северо-восточная лесостепная зона</i>							
1.	Вознесенка, луг	1	72,0	3,1	2,1	1,8	76,0
		1,2	90,0	3,9	2,6	2,3	
2.	Вознесенка, лес	1,0	10,9	2,0	3,1	1,0	14,0
		5,5	60,5	11,2	17,3	5,5	
3.	Вознесенка, луг	28,0	11,1	2,2	2,9	5,4	45,6
		56,4	22,4	4,4	5,9	10,9	
4.	Вознесенка, пашня (пшеница)	1,0	2,3	1,0	1,3	1,6	3,2
		13,9	32,0	13,9	18,0	22,2	
5.	Вознесенка, пашня (рапс)	1,0	1,0	2,0	1,0	1,3	2,3
		15,9	15,9	31,7	15,9	20,6	
6.	Рухтино, лес	1,0	8,3	1,8	2,4	2,0	11,5
		6,4	53,5	11,6	15,5	13,0	
7.	Рухтино, луг	3,2	1,0	1,0	1,0	1,8	4,0
		40,0	12,5	12,5	12,5	22,5	
8.	Большеустикинское, лес	1,0	19,6	4,3	2,8	1,5	25,2
		3,4	67,2	14,7	9,6	5,1	

1	2	3	4	5	6	7	8
9.	Большеустикинское, поле (гречиха) №9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,6	1,8
		17,2	17,2	17,2	20,7	27,7	
10.	Большеустикинское, поле (гречиха) №10	1,0	1,6	1,4	1,5	1,8	3,3
		13,7	22,0	19,2	20,5	24,6	
11.	Ногуши, лес	1,0	24,2	4,2	3,5	2,4	31,3
		2,7	68,7	11,9	10,0	6,7	
12.	Ургала, лес	1,0	17,8	1,9	2,5	1,2	20,4
		4,2	72,9	7,8	10,2	4,9	
13.	Ургала, луг	1,0	2,2	1,0	1,2	1,4	2,8
		14,7	32,4	14,7	17,6	20,6	
14.	Еланлино, лес	28,7	7,2	1,7	3,1	5,6	42,3
		62,0	15,5	3,7	6,7	12,1	
15.	Аркаулово, лес	4,7	11,4	3,0	2,1	4,2	21,
		18,5	44,9	11,8	8,3	16,5	
16.	Аркаулово, луг	2,9	5,9	2,2	1,5	4,4	12,9
		17,1	35,0	13,0	8,9	26,0	
17.	Ногуши, луг	-	2,0	1,6	2,5	2,9	6,0
		-	22,2	17,8	27,8	32,2	

Примечание: В числителе – превышение фоновых значений во сколько раз; в знаменателе - %.

стационаров Комсомольское и Кирыбинка Зауральского горнорудного региона, расположенных в относительной близости от карьеров по добыче марганца.

Меньшими по значимости среды элементов 3-го класса токсичности являются стронций и ванадий, доля которых во всех регионах изменяется в диапазоне 10-20 % и зависит преимущественно от содержания в коренных породах.

Таким образом, степень химического загрязнения почвенного покрова Южного Урала ухудшается с запада на восток: Уфимское плато – Юрюзано-Айская депрессия - Зауральский горнорудный регион. Среди элементов первого класса токсичности основная нагрузка приходится на цинк, селен и мышьяк; второго класса – на молибден, хром и медь; третьего класса – на барий, вольфрам и марганец.

Список использованной литературы:

1. Асылбаев И.Г. Автореферат канд. диссертации. Содержание и распределение химических элементов в почвах Южного Урала, 2004. - 24 с.
2. Габбасова И.М., Хабиров И.К. Почвенный покров./Проблемы экологии: принципы их решения на примере Южного Урала. Под редакцией Н.В. Старовой. - М.: Наука, 2003. – 287 с.
3. Голованов А.И., Сурикова Т.И. и др. Основы природообустройства-М.: Колос, 2001.- 264 с.
4. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 328 с.
5. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. Методическое пособие. М.: Изд-во Московского ун-та, 1997. 102 с.
6. Добровольский Г.В. Биосферные циклы тяжелых металлов и регуляторная роль почвы.// Почвоведение – 1997 – № 7.– С. 431-441.
7. Добровольский Г.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 272 с.
8. Кирышин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос. 1996. 367 с.
9. Кабата - Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях - М.: Мир, 1989. 439 с.
10. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова //М.: Наука, 1985. 264 с.
11. Хабиров И.К., Асылбаев И.Г., Якупова Р.А., Рафиков Б.Р. Экологическая оценка почв северной лесостепной зоны Республики Башкортостан. Достижения науки и техники АПК, №8, 2008 г., с. 17-20.
12. Хабиров И.К., Батанов Б.Н., Габбасова И.М., Якупов И.Ж. Влияние горнорудного комплекса Зауралья на химический состав почв. Вестник ОГУ, №1, 2007 г., Оренбург, с. 111-114.