

*Абильжан Токанович ХУСАИНОВ —
с. н. с. кафедры растениеводства,
почвоведения и агрохимии Кокшетауского
государственного университета
им. Ш. Уалиханова, к. с.-х. н.*

УДК 631.445.8. /821.2.51.021/.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГИДРОМОРФНЫХ СОЛОНЦАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены закономерности распределения макро- и микроэлементов по видам гидроморфных солонцов лесостепной зоны Западной Сибири. Выявлена корреляционная зависимость валового содержания химических элементов в генетических горизонтах от мощности надсолонцового горизонта солонцов.

The forest-steppe regions of Western Siberia have been examined to reveal the regularity of macro and micro elements distribution in different groups of hydromorphic saline soils and the correlative dependence of the total content of chemical elements in genetic horizons upon the thickness of upper saline horizons.

Изучение закономерностей распределения химических элементов в солонцах является научной проблемой и представляет практический интерес для почвоведения, биогео- и агрохимии, экологии и других наук.

От химического состава солонцов во многом зависят видовой состав фитоценоза, его продуктивность, выбор метода мелиорации, потребность в химических мелиорантах и удобрениях, природный фон галогенов, тяжелых металлов и радионуклидов и т. д. Поэтому актуальность изучения данного вопроса очевидна.

Солонцы отличаются резкой дифференциацией химического состава почвенного профиля, которая связана с интенсивным перераспределением тонкодисперсного материала из перегнойно-элювиального горизонта в иллювиальный горизонт и ниже, что обуславливает их специфические строение и свойства [1].

В почвах Западной Сибири обнаружена большая природная пестрота валового содержания микроэлементов, обусловленная разным генезисом покровных отложений и ведущей ролью в них тонкодисперсных частиц [2].

Выявлены типичные закономерности [1] химического состава черноземных солонцов юго-востока России и каштановых солонцов Северного Казахстана. Они относятся к автоморфным солонцам. Данных же по гидроморфным солонцам в литературе мало. Причем анализ химического состава ранее проводился в основном на уровне типа и подтипа солонцов.

В данной работе делается попытка выяснения закономерностей пространственного и профильного распределения макро- и микроэлементов в гидроморфных солонцах по видам; установления корреляционной зависимости химического состава почвенного профиля от мощности надсолонцового горизонта. Это дает возможность установить, насколько степень наложения солонцового процесса на дерновый процесс влияет на распределение макро- и микроэлементов по почвенному профилю.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили гидроморфные солонцы лесостепной зоны Ишимской равнины Западной Сибири. Работа проводилась на Ишимской опытной станции по земледелию НИИСХ Северного Зауралья в 1991 году. Экспериментальные данные получили в ходе почвенно-мелиоративного обследования солонцовых почв АО «Новолоктинский» Ишимского района Тюменской области. Использовали результаты анализа проб из разрезов на природных кормовых угодьях урочища «Пьянуха». Всего проанализировали 251 образец.

Исследования проводили спектральным методом. Микроэлементы определяли на спектрографе ИСП-28 с последующим фотометрированием на микрофотометре МФ-4. Съемка спектров проводилась через 3-ступенчатый ослабитель методом вдувания порошка в дуговой разряд (аппарат АВР-3). Ширина щели прибора 0,014 мм, сила тока 16 а, диафрагма круглая; фотопластинки чувствительностью 6 ед. ГОСТа, экспозиция 22 сек. Ошибка из 20 повторений составила: Cr-7%, Co-7%, B-14%, V-10%, Ni-14%, Cu-13%.

Определение макроэлементов в почве проводили на спектрографе ИСП-30, 3-линзовая система освещения, промежуточная диафрагма – 2,0, ширина щели прибора – 0,014 мм, сила тока 18 А, экспозиция 2 мин. Фотопластинки СП-1 чувствительностью 4 ед. ГОСТа, генератор — ДГ-2, режим дуговой, микрофотометр МФ-2. Ошибка из 20 повторений составила: SiO₂ – 5%, CaO – 12%, MnO – 14%, Al₂O₃ – 13%, Mg – 11%, Fe₂O₃ – 13%, TiO₂ – 7%.

Результаты и их обсуждение

Характерной особенностью исследованных солонцов явилась их осолоделость. Описание морфологического строения солонцов показало наличие присыпки кремнезема на головках столбов.

К. К. Гедройц [3] осолодение связывал с накоплением двуокиси кремния в элювиальном горизонте солонцов. Результаты химического анализа подтвердили значительное содержание кремнезема в перегнойно-аккумулятивном горизонте — 74 мг/кг. В солонцовом горизонте количество его снижалось до 72 мг/кг. В подсолонцовом и карбонатно-гипсовом горизонте отмечалось накопление двуокиси кремния до уровня надсолонцового горизонта. В переходном горизонте и материнской породе наблюдалось снижение количества SiO₂. Корреляционная зависимость содержания SiO₂ в горизонте В₁ от мощности горизонта А слабая обратная, в В₂ и В₂кг умеренная (R₁=0,61) и заметная (R₁= 0,46). В общем по комплексу солонцов корреляционная зависимость была очень слабой (табл. 1).

Количество кремнезема варьировало незначительно – V=0,9-4,4%.

Отмечалось повышенное содержание алюминия в солонцовом горизонте и ниже по профилю (11-13 мг/кг). В горизонте А содержание Al₂O₃ значительно ниже — 8 мг/кг. Н. П. Панов, Н. А. Гончарова [4] данный процесс связывали с передвижением тонкодисперсных частиц в глубь профиля. Корреляционная зависимость содержания Al₂O₃ в почве от мощности горизонта А была слабой. В общем по комплексу солонцов заметную корреляционную зависимость (R₁=0,59) установили только в горизонте В₂. Количество алюминия в почве варьировало незначительно — от 6 до 18 мг/кг, V= 4-10%.

Таблица 1

Содержание макроэлементов в солонцах, мг/кг

Вид солонца	Горизонт	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO ₂	TiO ₂
Корковый	А	72,6	12,1	5,1	0,9	2,1	0,2	0,9
Мелкий		76,3	9,2	4,1	1,2	1,9	0,2	0,8
Средний		73,0	10,7	6,4	0,8	2,1	0,1	0,9
Глубокий		72,79	11,9	4,7	1,74	2,28	0,16	0,72
V - коэффициент вариации, %		2,07	10,54	16,63	31,53	6,42	24,80	9,10
R ₁ - коэффициент корреляции межгрупповой		-0,28	-0,28	0,19	0,57	0,66	-0,73	-0,72
R ₀ - коэффициент корреляции общих		0,02	0,02	0,14	0,35	0,08	-0,14	-0,29
Корковый	B ₁	72,1	11,4	5,2	1,9	2,2	0,1	0,8
Мелкий		71,2	11,7	4,9	4,0	2,9	0,1	0,6
Средний		72,54	10,26	5,99	0,88	1,81	0,20	0,89
Глубокий		70,79	11,48	4,62	0,65	2,0	0,08	0,82
V - коэффициент вариации, %		0,91	4,75	9,20	63,93	19,32	36,82	16,14
R ₁ - коэффициент корреляции межгрупповой		-0,36	-0,26	-0,08	-0,65	-0,56	-0,29	0,50
R ₀ - коэффициент корреляции общих		0,07	-0,14	0,20	-0,05	-0,07	0,23	0,16
Корковый	B ₂	73,35	11,25	5,01	0,88	1,95	0,16	0,86
Мелкий		70,60	9,94	4,15	5,66	2,12	0,11	0,64
Средний		74,07	11,23	6,16	0,56	1,91	0,15	0,89
Глубокий		74,8	12,0	5,1	1,3	1,8	0,1	0,7
V - коэффициент вариации, %		2,17	6,67	13,97	98,67	5,91	19,61	13,62
R ₁ - коэффициент корреляции межгрупповой		0,61	0,59	0,43	-0,29	-0,72	-0,50	-0,20
R ₀ - коэффициент корреляции общих		0,02	0,03	0,17	0,00	-0,03	-0,21	-0,19
Корковый	B _{2кг}	71,8	11,9	5,3	0,8	2,2	0,2	0,9
Мелкий		68,14	12,06	4,90	0,32	2,17	0,1	0,76
Средний		72,9	12,5	5,1	0,9	1,9	0,1	0,9
Глубокий		73,1	11,3	4,3	0,8	1,4	0,1	0,6
V - коэффициент вариации, %		2,79	3,60	7,64	32,06	16,73	34,64	15,66
R ₁ - коэффициент корреляции межгрупповой		0,46	-0,29	-0,83	0,17	-0,93	-0,67	-0,74
R ₀ - коэффициент корреляции общих		0,12	-0,06	-0,25	-0,15	-0,39	-0,42	-0,45
Корковый	B _{2С}	76,4	11,8	2,6	1,1	1,6	0,1	1,0
Средний		68,5	14,3	5,1	1,8	3,0	0,2	0,9
Корковый	С	72,4	11,5	5,0	1,2	2,4	0,2	0,8
V - коэффициент вариации, %		4,45	10,01	27,30	22,62	24,58	28,28	9,07
R - коэффициент корреляции по всему почвенному профилю		-0,99	0,99	1,00	0,71	1,00	0,93	-0,51

Установили значительное колебание содержания окиси железа в почве — от 2 до 9 мг/кг, V=8-27%. В среднем количество окиси железа по генетическим горизонтам существенно не отличалось и составило 5 мг/кг. Корреляционная зависимость содержания Fe₂O₃ в горизонте А от его мощности была слабой, B₁ — очень слабой; B₂ — заметной (R¹=0,43), в B_{2кг} — обратной тесной (R₁= -0,83). В общем по комплексу солонцов корреляционная связь была слабой.

Валовое содержание кальция в исследуемых солонцах колебалось в широких пределах — от 0,2 до 12 мг/кг (V=23-99%). Среднее содержание CaO в горизонте А составило 1,2 мг/кг; максимум CaO содержалось в горизонтах B₁—1,9 и B₂ — 2,1 мг/кг. Вниз по профилю количество кальция снижалось до 0,7-1,2 мг/кг.

Получили слабую корреляционную зависимость содержания СаО в горизонте А от его мощности ($R_1 = 0,35$). С переходом от коркового до глубокого солонца содержание СаО возрастало от 0,9 до 1,7 мг/кг.

Содержание магния в солонцах варьировало значительно — от 1,0 до 3,9 мг/кг, $V=6-25\%$. Среднее количество его в горизонтах А, B_1 , B_2 , B_2 кг составило около 2,0 мг/кг, в переходном горизонте и материнской породе — 2,3-2,4 мг/кг. Корреляционная зависимость содержания магния от мощности надсолонцового горизонта в горизонте А умеренная ($R_1 = 0,66$), B_1 — умеренная обратная ($R_1 = -0,56$), B_2 — тесная обратная ($R_1 = -0,72$) и B_2 кг — очень тесная обратная ($R_1 = -0,93$). В целом по комплексу солонцов получили слабую обратную корреляционную связь ($R_0 = -0,39$) в горизонте B_2 кг.

Содержание марганца в почве колебалось широко — от 0,04 до 0,4 мг/кг, ($V=20-37\%$) и в среднем по горизонтам составило 0,12-0,16 мг/кг, в материнской породе 0,2 мг/кг. Отмечалась дифференциация содержания марганца по видам солонцов. Установили обратную корреляционную связь между содержанием марганца в генетических горизонтах и мощностью горизонта А от слабой в B_1 ($R_1 = -0,29$), умеренной в B_2 ($R_1 = -0,50$), B_2 кг ($R_1 = -0,67$) до тесной в горизонте А ($R_1 = -0,73$). С переходом от мелкого до глубокого солонца содержание марганца в горизонтах уменьшалось от 0,5-0,6 до 0,1-0,2 мг/кг. В целом по комплексу солонцов заметную обратную корреляционную связь ($R_0 = -0,42$) установили в горизонте B_2 кг.

Содержание титана в солонце колебалось незначительно — от 0,4 до 1,3 мг/кг, $V=9-16\%$ и в среднем составило 0,8-1,0 мг/кг. Установили тесную обратную корреляционную зависимость количества титана от вида солонца в горизонте А ($R_1 = -0,72$) и B_2 кг ($R_1 = -0,74$), умеренную связь в B_1 ($R_1 = 0,50$). В целом по комплексу солонцов заметная обратная корреляционная связь ($R_0 = -0,45$) была в горизонте B_2 кг.

На роль рельефа в почвообразовательном процессе указывал еще В. В. Докучаев. Особенности геоморфологии исследованных солонцов заключаются в том, что они занимают отрицательные элементы рельефа. Причем глубокие и средние солонцы располагаются на относительно повышенных участках, а мелкие и корковые солонцы находятся на микропонижениях и западинах, и за счет передвижений из повышений в понижения даже внутри солонцов происходит количественное перераспределение микроэлементов по их видам.

Из микроэлементов определяли бор, кобальт, медь, никель, вольфрам и хром (табл. 2).

Количество бора в солонцах варьировало в очень широких пределах, от 2 до 49 мг/кг, $V=28-74\%$. Обеспеченность почвы бором была очень богатая, среднее количество его составило 9 мг/кг. Отмечалась резкая дифференциация количества бора по профилю. В горизонте А содержание бора составило 8 и B_1 — 13 мг/кг. Содержание бора снижалось в горизонте B_2 до 7 мг/кг, B_2 С, до 5 и в С до 4 мг/кг. Выявили общую закономерность распределения бора по видам солонцов: с переходом от коркового к мелкому, среднему и глубокому солонцу количество бора в горизонте А уменьшалось от 18 до 5-6 мг/кг; B_1 — от 17 до 6-8; B_2 — от 12 до 5-8 и в горизонте B_2 кг от 9 до 4-8 мг/кг. В горизонтах B_1 и B_2 разница в содержании бора по видам солонцов была достоверной (НСР $0,05=5,6$ и 3,5 мг/кг). Корреляционная зависимость содержания бора от мощности над-

солонцового горизонта в горизонте А была обратной слабой ($R_1 = -0,39$), B_1 обратной тесной ($R_1 = -0,74$), B_2 и $B_{2\text{кг}}$ — обратной очень тесной ($R_1 = -0,90$ и $-0,94$) и в B_2C очень тесной ($R_1 = 0,97$). В целом по комплексу солонцов установили умеренную обратную корреляционную связь ($R_0 = -0,69$) в подсолонцовом горизонте и слабую обратную корреляционную связь ($R_0 = -0,32$) в горизонте $B_2\text{кг}$.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в солонцах, мг/кг

Вид солонца	Горизонт	B	Co	Cu	Ni	V	Cr
Корковый	А	17,77	1,614	4,561	2,983	6,48	10,91
Мелкий		5,59	2,214	2,757	2,386	6,58	9,16
Средний		4,55	2,428	3,283	2,139	7,67	11,58
Глубокий		5,80	0,18	0,51	0,32	5,9	9,4
Л _{сн} *	А	4,25	2,55	2,65	0,20	6,8	8,6
V - коэффициент вариации, %		67,48	48,43	47,63	70,57	8,60	11,33
R ₁ -коэффициент корреляции межгрупповой		-0,39	0,56	-0,19	-0,33	-0,01	-0,54
R ₀ - коэффициент корреляции общий		-0,01	0,37	-0,15	-0,22	0,19	0,04
Корковый	B ₁	16,77	2,167	4,572	3,278	9,44	11,96
Мелкий		30,26	1,710	1,346	2,240	8,40	9,68
Средний		7,65	2,444	3,631	3,088	9,92	12,48
Глубокий		6,30	1,500	3,000	3,200	5,50	9,60
Л _{сн}	AB	4,30	2,750	2,150	2,000	6,40	8,80
V - коэффициент вариации, %		73,53	21,74	38,21	19,28	21,62	13,75
R ₁ - коэффициент корреляции межгрупповой		-0,74	0,31	-0,37	-0,40	-0,74	-0,61
R ₀ - коэффициент корреляции общий		-0,16	0,28	-0,19	-0,10	0,03	0,00
Корковый	B ₂	12,38	2,011	5,056	3,744	11,14	12,31
Мелкий		8,06	1,906	2,282	2,956	9,81	11,93
Средний		6,77	2,338	2,772	3,039	8,94	12,07
Глубокий		4,75	1,900	1,650	3,100	7,05	8,70
Л _{сн}	В	5,15	2,550	3,150	2,450	9,20	11,30
V - коэффициент вариации, %		37,00	12,11	38,67	13,51	14,39	11,75
R ₁ - коэффициент корреляции межгрупповой		-0,90	0,59	-0,52	-0,82	-0,70	-0,56
R ₀ - коэффициент корреляции общий		-0,69	0,27	-0,42	-0,32	-0,19	0,01
Корковый	B _{2кг}	9,41	2,128	5,050	3,906	10,26	12,14
Мелкий		8,00	2,079	2,939	2,678	7,16	9,35
Средний		7,51	1,954	2,750	3,738	10,64	13,89
Глубокий		3,90	0,13	0,14	2,35	4,45	7,8
V - коэффициент вариации, %		28,20	53,12	64,04	21,05	30,96	21,94
R ₁ - коэффициент корреляции межгрупповой		-0,94	-0,89	-0,94	-0,58	-0,61	-0,38
R ₀ - коэффициент корреляции общий		-0,32	-0,10	-0,48	0,01	0,10	0,21
R - коэффициент корреляции по всему почвенному профилю		0,97	-0,97	0,27	-0,65	-0,99	-0,55

* Л_{сн} — луговая солонцеватая почва.

Обеспеченность почвы кобальтом была средней, количество его в среднем составило 2 мг/кг. Содержание кобальта колебалось в широких пределах — от 0,6 до 4,1 мг/кг, V=12-53%. Содержание кобальта в горизонтах А и B₁ составило 2,1 мг/кг. Вниз по профилю количество его снижалось в горизонте B₂ до 2,0 мг/кг, B₂ кг — 1,9 и B₂C до 1,3 мг/кг. В материнской породе содержание кобальта возросло до 2,0 мг/кг. С переходом от коркового к мелкому, сред-

нему и глубокому солонцу количество кобальта в горизонте А увеличивалось от 1,6 до 1,8-2,2 мг/кг. В горизонтах B_1 и B_2 устойчивой закономерности не установили, но тенденция к увеличению наблюдалась. В горизонте B_2 кг отмечалось, наоборот, уменьшение количества кобальта от 2,1 до 1,3-2,0 мг/кг. Корреляционная зависимость содержания кобальта от мощности надсолонцового горизонта в горизонтах А и B_2 была умеренной ($R_1 = 0,56$ и $0,59$), B_1 — слабой ($R_1 = 0,31$), в горизонтах B_2 кг и B_2 С обратной тесной ($R_1 = -0,89$) и очень тесной ($R_1 = -0,97$). В целом по комплексу солонцов слабая корреляционная связь ($R_0 = 0,37$) установилась в горизонте А ($R_0 = 0,37$).

Содержание меди в почве варьировало в очень широких пределах — от 0,7 до 9,8 мг/кг, $V=38-64\%$. Среднее количество ее в горизонтах А, B_1 и B_2 составило 3,3 мг/кг. Вниз по профилю количество меди снижалось в горизонте B_2 кг до 3,0 и B_2 С до 1,3 мг/кг. С переходом от коркового к мелкому, среднему и глубокому солонцу содержание меди в горизонте B_1 уменьшилось от 4,6 до 1,4-3,6 мг/кг; B_2 от 5,1 до 1,6-2,8; B_2 кг от 5,0 до 1,4-2,9 и в горизонте B_2 С от 2,0 до 0,6 мг/кг. Обеспеченность почвы медью была очень богатой, среднее количество его составило 8,7 мг/кг. Корреляционная зависимость содержания меди от мощности надсолонцового горизонта в горизонте B_1 — была обратной слабой ($R_1 = -0,37$), B_2 — обратной умеренной ($R_1 = -0,52$) и B_2 кг — обратной тесной ($R_1 = -0,94$). В целом по комплексу солонцов обратная умеренная корреляционная связь установилась в горизонтах B_2 и B_2 кг ($R_0 = -0,42$ и $-0,48$).

Содержание никеля в почве варьировало в очень широких пределах — от 0,5 до 9,1 мг/кг, $V=14-71\%$. В среднем наибольшее содержание никеля отмечалось в горизонте А — 3,6 мг/кг. Вниз по профилю количество никеля снижалось в горизонте B_1 до 2,8, B_2 и B_2 кг — 3,2, B_2 С — 2,1 и в горизонте С — до 2,0 мг/кг. С переходом от коркового к глубокому солонцу количество никеля в горизонте А уменьшилось от 3,0 до 2,1 мг/кг; B_1 от 3,3 до 2,2, B_2 от 3,7 до 3,0, B_2 кг от 3,9 до 2,4 и в горизонте B_2 С от 2,2 до 2,0 мг/кг. Обеспеченность почвы никелем была очень низкой, в среднем 2,5 мг/кг. Корреляционная зависимость содержания никеля от мощности надсолонцового горизонта в горизонте А была обратной слабой ($R_1 = -0,33$), B_1 — обратной заметной ($R_1 = -0,40$), B_2 — обратной тесной ($R_1 = -0,82$), B_2 кг и B_2 С — обратной умеренной ($R_1 = -0,58$ и $-0,65$). В общем слабую обратную корреляционную связь установили в горизонте B_2 ($R_0 = -0,32$).

Содержание ванадия в солонцах колебалось от 4 до 21 мг/кг, $V=9-39\%$. В среднем по горизонту А оно составило 6,7 мг/кг. В горизонтах B_1 , B_2 и B_2 кг количество ванадия возрастало до 8-9 мг/кг, а в переходном горизонте B_2 С и материнской породе снижалось до 5-6 мг/кг. Корреляционная зависимость между содержанием ванадия и видом солонца в горизонтах B_1 , B_2 была обратной тесной ($R_1 = -0,74$ и $-0,70$) и в B_2 кг очень тесной ($R_1 = -0,94$). Но в общем по солонцовому комплексу корреляционной связи практически не было.

Содержание хрома в солонцах колебалось значительно — от 5 до 28 мг/кг, $V=11-22\%$. Резкой дифференциации его содержания по горизонтам не наблюдалось и составило 10-11 мг/кг. С переходом солонцов от коркового до глубокого отмечалась тенденция к уменьшению количества хрома. Корреляционная зависимость содержания хрома от вида солонца в горизонтах А, B_1 , B_2 была обратной умеренной ($R_1 = -0,5-0,6$) и B_2 кг обратной слабой ($R_1 = -0,38$). В общем по солонцовому комплексу корреляционной связи практически не было.

Заключение

Установленные закономерности пространственного и профильного распределения макро- и микроэлементов в гидроморфных солонцах лесостепной зоны Западной Сибири указывают на значительное накопление кремнезема в надсолонцовом горизонте. Выявили слабую корреляционную зависимость ($R_0=0,35$) содержания окиси кальция в надсолонцовом и слабую обратную зависимость ($R_0=0,39$) содержания окиси магния, а также заметную корреляционную зависимость ($R_0=0,42$ и $0,45$) содержания окисей марганца и титана в карбонатно-гипсовом горизонте от мощности надсолонцового горизонта.

Из микроэлементов очень богатой обеспеченностью выделялся бор; среднее количество его в горизонте А составило 9 и B_1 13 мг/кг. Вниз по профилю содержание его снижалось. Отметим умеренную обратную ($R_0=-0,69$) в горизонте B_2 и слабую обратную ($R_0=0,32$) в горизонте B_2 кг корреляционную зависимость содержания бора от мощности надсолонцового горизонта. С переходом от коркового к мелкому, среднему и глубокому солонцу количество бора достоверно снижалось в горизонте B_1 от 17 до 8 и B_2 от 12 до 8 мг/кг.

Обеспеченность солонцов медью была очень богатой — 9 мг/кг. Установилась умеренная обратная корреляционная зависимость содержания меди в горизонте B_2 ($R_0=-0,42$) и B_2 кг ($R_0=-0,48$) от мощности горизонта А.

Обеспеченность почвы кобальтом была средней — 2 мг/кг, никелем — очень низкой — 2,5 мг/кг. Установилась слабая ($R_0=0,37$) корреляционная зависимость содержания кобальта в горизонте А и слабая обратная ($R_0=-0,32$) корреляционная зависимость содержания никеля в горизонте B_2 от мощности горизонта А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пак К. П. Солонцы СССР и пути повышения их плодородия. М.: Колос, 1975. 384 с.
2. Ильин В.Б., Сысо А.И. Особенности микроэлементного состава почв Западной Сибири и их отражение в региональной биогеохимии, экологии, почвоведении // Сибирский экологический журнал. 2004. № 3. С. 259-271.
3. Гедройц К. К. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация. Л.: Изд-во Народов СССР, 1928. Вып. 46. 78 с.
4. Панов Н. П., Гончарова Н. А. Мелиорация солонцов. К вопросу о факторах, определяющих неблагоприятные свойства малонатриевых солонцов. Ч.1. М., 1972. С. 56-66.

*Наталья Ивановна КОЗЛОВА —
доцент кафедры экологии и безопасности
жизнедеятельности Курганского
государственного университета,
к. хим. н.*

УДК 33:504 (07)

ПРЯМЫЕ И ОПОСРЕДОВАННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИАЦИОННОЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

АННОТАЦИЯ. Рассматриваются концептуальные подходы к определению прямых и опосредованных последствий от радиационной чрезвычайной ситуации на примере Курганской области, которые позволяют