

Замотаев И. В.
Кайданова О. В.
Кудерина Т. М.
Курбатова А. Н.
Суслова С. Б.
Шилькрот Г. С.

Динамика загрязнения тяжелыми металлами городских ландшафтов Курской области

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт географии Российской академии наук», г. Москва
e-mail: zivigran@rambler.ru, tmkud@yandex.ru

Аннотация. Проведенные в 1985–2013 гг. исследования позволили определить характер и причины геохимической неоднородности ландшафтов в пределах Курска и Льгова, связанные с природными, социально-экономическими и техногенными факторами. Получена дифференцирующая по функциональным зонам городов оценка загрязнения тяжелыми металлами почвы, вод и снежного покрова.

Ключевые слова: тяжелые металлы, динамика загрязнения, функциональные зоны, техногенные источники, эколого-геохимическое состояние.

Введение

В связи с усилением урбанизации, сопровождающейся загрязнением ландшафтов различного рода токсикантами, в первую очередь тяжелыми металлами (ТМ), изучение эколого-геохимического состояния природной среды в промышленных городах приобрело особую актуальность. Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта и предприятий, стоки от свалок образуют техногенные миграционные потоки, попадающие в разные компоненты ландшафтов. Основная доля токсикантов аккумулируется на различных почвенно-геохимических барьерах, часть их разлагается, другие включаются в местные миграционные внутрипочвенные и поверхностные потоки, поступают в растения, донные отложения и воды. В результате техногенных потоков веществ в городской среде возникают геохимические аномалии ТМ, и появляются зоны, неблагоприятные для проживания населения [1].

Решение ключевого вопроса геоэкологии – устойчивости ландшафтов урбанизированных территорий к разным видам техногенных воздействий – предполагает комплексный анализ состояния городской среды. Он включает исследование распределения ТМ в депонирующих и транзитных компонентах природной среды: почвах, снежном покрове, атмосферном воздухе, донных отложениях и водах.

Для решения этих вопросов в качестве исследовательского полигона были выбраны 1) г. Курск, на территории которого в настоящее время сконцентрирована значительная часть совокупного промышленного потенциала области и расположены крупные источники выбросов, стоков и отходов и 2) г. Льгов, испытывающий, главным образом, воздействие предприятий пищевой промышленности, стройиндустрии и автотранспорта.

Материалы и методы

Для выявления пространственного ареала загрязнения ТМ ландшафтов Курской области был проведен отбор образцов почв, снега и поверхностных вод в разных функциональных зонах городов и фоновых ландшафтах Курской биосферной станции. В почвенных образцах определялось валовое содержание ТМ рентгенфлуоресцентным методом на приборе TEFA – 6111 (XRF-analysis). Пробы речных и снеговых вод исследовались методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ELAN 6100 производства фирмы Perkin Elmer.

Образцы снега отбирались в стерильные пластиковые контейнеры в период максимального снегонакопления (февраль 1985 и 2013 гг.). После фильтрации определялся pH, общая минерализация и химический состав снеговой воды методом плазменной масс-спектропии. Пылевая нагрузка ТМ на ландшафты рассчитывалась по формуле:

$$\frac{P}{S \times n}, \quad (1)$$

где P – содержание пыли в пробе, г; S – площадь шурфа, м²; n – количество дней со снегом.

При геохимической обработке рассчитывались коэффициенты: 1) КК – кларки концентрации химических элементов – отношение содержания химического элемента в компонентах ландшафта к кларку литосферы; 2) Кс – коэффициент техногенной концентрации химического элемента в компонентах ландшафта, рассчитанный относительно фона; 3) Zс – суммарный показатель загрязнения компонентов ландшафта ассоциацией ТМ, который рассчитывается по формуле Zс=

$\Sigma K_c - (n-1)$. Статистическая обработка включала расчет средних значений ТМ и стандартных отклонений.

Результаты и обсуждение

Природные факторы, контролирующие миграцию ТМ. Полигон исследований расположен на юго-западном склоне Среднерусской возвышенности в бассейне р. Сейм, на границе природных зон серых лесных почв и черноземов, и является представительным для лесостепных ландшафтов Центрального Черноземного Региона. На большей части исследуемой территории под покровом четвертичных лессовых отложений вскрываются верхнемеловые отложения (преимущественно мел и мергель), под которыми залегают юрские глины и девонские известняки. В долинах р. Сейм и ее притоков (левый приток р. Апока и ее правый приток р. Бык) почвообразующими породами являются неоднородные в литологическом отношении аллювиальные отложения, на которых формируются аллювиальные луговые, дерновые и лугово-черноземные почвы.

Климат территории исследования умеренно континентальный. Среднегодовое количество осадков – около 550 мм. Среднегодовая температура воздуха + 4,6°С.

Для Сейма и его притоков характерно высокое половодье в конце марта – апреле, низкая летне-осенняя межень, иногда прерываемая невысокими дождевыми паводками. Повышенная способность четвертичных и коренных отложений к размыву, интенсивные ливни и бурное снеготаяние способствуют формированию на водосборе Сейма овражно-балочных комплексов – «каналов» миграции почвенного мелкозема и загрязняющих веществ с промышленных площадок, а также распаиваемых сельскохозяйственных угодий. Перечисленные факторы обуславливают возможность интенсивного массопереноса ТМ в ландшафтах, что оказывает существенное влияние на эколого-геохимическое состояние территорий.

Геохимическое состояние снежного покрова гг. Курск и Львов. Полученные данные о содержании химических элементов в пробах снега (воде и твердом осадке) позволили выявить степень и динамику загрязнения ТМ снежного покрова вокруг техногенных источников выбросов.

Среди городов Центрального Черноземья по степени загрязнения ландшафтов ТМ особое место занимает Курск, на территории которого расположен завод по производству аккумуляторов – Курский аккумуляторный завод (КАЗ). В процессе производства в атмосферу города поступают химические элементы первого класса опасности.

Основной уровень загрязнения ландшафтов г. Курска ТМ сформировался в 70–80-е гг. прошлого столетия, когда происходили наибольшие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. В зоне радиусом до 200 м от завода техногенная нагрузка Cd, наиболее опасного химического элемента, более чем в тысячу раз превышала фоновое содержание. Поступление других загрязнителей и сопутствующих химических элементов в десятки и сотни раз были выше фона. С удалением от завода техногенная нагрузка ТМ быстро снижалась: в 1 км в направлении преобладающих ветров содержания Ni, Co, Sr и Mo в снежном покрове уменьшились на порядок, а Pb и Cd приблизились к фоновым (табл. 1).

Таблица 1.

Коэффициенты концентрации ТМ с учетом пылевой нагрузки (в г/км² в день) в снежном покрове зоны воздействия КАЗа, 1985 г.

Место отбора проб	Kc												
	Cd	Ni	Co	Sr	Pb	Mo	Ba	Ag	V	Cu	Cr	Sn	Zn
До 200 м от завода	1300	530	197	113	79	57	57	40	29	21	17	18	4,7
В 1 км от завода	1	18	11	13	3	17	2,2	1,5	5	3	2,2	2	7
Фон ТМ в г/км ² в день	0,004	1,2	0,07	0,5	9,8	0,03	6	0,004	2,7	3,9	1,5	0,06	10,6

Под воздействием выбросов КАЗа в городских почвах (урбо-черноземы) сформировались геохимические аномалии ТМ. В радиусе 500 м от завода были выделены устойчивые зоны с чрезвычайно высокой опасностью загрязнения ($Z_c > 128$), опасной категорией загрязнения ($32 < Z_c < 128$) и умеренно опасной категорией загрязнения ($16 < Z_c < 32$). Выделенные геохимические аномалии имеют большое значение для оценки эколого-геохимического состояния городской среды, т.к. они охватывают жилые кварталы, и даже детские учреждения. Загрязнение почв ТМ прослеживается в радиусе 2,5 км в направлении преобладающих ветров.

В период 1985–1999 гг. выбросы в атмосферу ТМ Курским аккумуляторным заводом сократились: Cd в 180 раз, Ni в 20 раз, Pb в 7 раз. Сокращение промышленных выбросов замедлило темпы загрязнения почв ТМ в зоне воздействия КАЗа. Вместе с тем высокий уровень загрязнения почв, сформировавшийся в период максимальных выбросов ТМ в атмосферу, в настоящее время

продолжает увеличиваться. Геохимические исследования, проведенные спустя 20 лет (в 2000–2005 гг.), показали увеличение загрязнения почв в радиусе 200 м от КАЗа в 2 раза [2].

В 2013 г. было проведено определение растворимых форм ТМ в снеговой воде проб, отобранных в зоне 100–200 м от промплощадки КАЗа и на территории Курской Биосферной станции как фоновой территории. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2.
Коэффициенты концентрации ТМ в снежном покрове в зоне воздействия КАЗа, 2013 г.

Место отбора проб	Кс растворимых форм ТМ					
	Ni	Pb	Cd	Sb	Ba	Co
КАЗ, сквер.	41	12	12	7	3	7
КАЗ, пустырь	58	72	11	9	10	5
Фон (мкг/л)	0,6	0,3	0,1	0,3	1,8	0,1

Результаты геохимического исследования снеговой воды показывают, что и сегодня выбросы КАЗа оказывают отрицательное воздействие на окружающие городские ландшафты. Содержания основных загрязнителей в снеговой воде около КАЗа значительно превышают фоновые значения. Загрязнение снежного покрова свидетельствует о постоянном поступлении Ni, Pb, Cd, Sb, Ba и Co в почвы и другие компоненты среды в зоне воздействия КАЗа.

В малых городах Курской области загрязнение компонентов ландшафтов ТМ связано с выбросами автотранспорта и небольших предприятий пищевой, строительной и некоторых других отраслей промышленности. Для селитебных зон, как малых, так и больших городов Центрального Черноземья характерна большая доля частных жилых домов. Долгое время дома отапливались углём, что вносило определённый вклад в загрязнение ТМ окружающих ландшафтов. Исследование содержаний ТМ в твёрдом осадке снеговой воды г. Львова показало повышенное содержание в снежном покрове Ag, Sr и Pb (табл. 3). Содержания других элементов близки к фоновым показателям.

Таблица 3.
Коэффициенты концентрации ТМ в снежном покрове г Львова, 1985 г.

Место отбора проб	Кс в твёрдом осадке снеговой воды											
	Sr	Ba	Cr	V	Ni	Co	Cu	Ag	Zn	Pb	Sn	Mo
Центр	6	2	1	1	3	3	1	11	2	4	3	2
Промзона	6	1	1	2	1	2	1	10	1	1	2	2
Вокзал	2	2	1	1	2	3	1	2	1	3	2	2
Фон (мг/кг)	18	161	110	93	44	6	64	0,06	350	70	2	1

Геохимическое состояние поверхностных вод г. Львова. Льгов занимает неблагоприятное гидроэкологическое положение. Он оказывается практически полностью незащищенным от импорта водных загрязнений с поверхностным стоком. На расстоянии около 26 и 85 км от границ города выше по течению Сейма находятся соответственно Курчатовский и Курский промышленные ареалы, что отражается на экологическом состоянии вод реки и старицы.

Так, изучение микроэлементного состава вод р. Сейм на «входе» в черту города показало, что токсичные элементы содержатся в них в значительном количестве, нередко в разы превышающем средние содержания этих микроэлементов для рек мира (табл. 4).

Таблица 4.
Колебания концентраций токсичных микроэлементов, мкг/л, в р. Сейм*, 2010–2013 гг. по [3] с дополнениями

Объект*	pH	Минерализация, мг/л	Sr	U	V	Ba	Rb	Ni	Cu	As
р. Сейм	7,4-7,9	248-480	317-585	0,0-1,9	0,8-3,4	15-30	0,3-1,6	2,4-5,0	0,4-10,9	1,9-5,5
Старица в пойме Сейма	7,7	290	198	1,9	1,2	8,2	1,5	1,9	0,6	1,6
Среднее для рек мира [4]	–	–	80,0	0,3	1,0	25	1,8	2,5	7,0	2,0

*Отбор проб в реке выполнен у д. Золотухино, Малые Угоны, Макаровка и на «входе» реки в г. Льгов

Динамика загрязнения тяжелыми металлами почв г. Львова. В 70–80-х гг. прошлого века, когда были проведены первые эколого-геохимические исследования почв Львова, основными предприятиями города были сахарный, винодельческий, комбикормовый заводы, молочноконсервный и мясоперерабатывающий комбинаты, заводы автоспецеоборудования, средств автоматизации и промышленной арматуры [5]. Почвы различных функциональных зон города характеризовались

определенной ассоциацией ТМ, обусловленной источниками выбросов. Наиболее широкий спектр элементов-загрязнителей был выявлен в зоне влияния арматурного завода: Zn ($K_c=9,7$), Cu ($K_c=35,9$), Ni ($K_c=1,3$) и Pb ($K_c=1,9$).

Крупномасштабная социально-экономическая трансформация страны в начале 90-х годов сильно изменила промышленный облик городов Курской области, в т. ч. г. Льгова. Отчетливо проявились такие новые для постсоветского пространства процессы, как беспрецедентное падение производства, развитие новых форм хозяйствования, изменение промышленной специализации и другие [2,6,7]. Многие из этих процессов отразились и на экологической сфере. В первую очередь уменьшилось количество техногенных источников, находящихся на территории города, что привело к снижению антропогенной нагрузки. В то же время усилилась роль автотранспортного комплекса и появились новые загрязняющие среду производства стройиндустрии. В последнее десятилетие главными источниками загрязнения стали неутрализованные техногенные отходы предприятий строительных материалов (асфальтобетона), молочно-консервного и сахарного заводов, металлоремонтного производства, населения и транспорта, содержащие токсичные химические элементы.

Проведенные исследования пространственного распределения ТМ в почвенном покрове г. Льгова (общая площадь - 37,47 км²) показывают, что естественный почвенный покров на большей части города уничтожен или претерпел кардинальные изменения в результате антропогенных воздействий. Поэтому наряду с островками естественных почв (серые лесные, черноземы, аллювиальные) основной фон городской территории представлен агропочвами (агросерые и агрочерноземы), естественными антропогенными (урбо-почвы), антропогенно-преобразованными почвами и почвоподобными телами (урбаноземы, урботехноземы, почвы под покрытиями – экраноземы) [8].

Преобладающая часть городских почв имеет суглинистый гранулометрический состав, высокое содержание карбонатов, слабощелочную и щелочную реакцию и относительно высокое содержание органического вещества. Легкий гранулометрический состав характерен для агросерых почв под залежами, расположенными в северо-восточной, юго-западной и центральной частях города, а также для примитивных песчаных почв надпойменных террас р. Сейм.

Статистические показатели валового содержания ТМ в поверхностных горизонтах городских почв, сгруппированные по функциональным зонам, приведены в табл. 5.

Приоритетным загрязнителем почвенного покрова г. Льгова является Zn, который накапливается в поверхностных горизонтах почв большей части функциональных зон. Точки с аномально высокими концентрациями Zn наблюдаются на территории индивидуальной жилой застройки ($K_c=4,0$) и бывших производственных территорий, в настоящее время используемых в качестве складских помещений ($K_c=5,2$). По сравнению с 1985 г. уровень загрязнения Zn заметно снизился, что, по-видимому, связано со снижением атмогеохимической нагрузки вследствие закрытия заводов автоспецоборудования, средств автоматизации и промышленной арматуры.

Валовое содержание Zn в черноземах и аллювиальных почвах территории городского парка и сквера, примыкающих к административно-деловым учреждениям, рекам Сейм и Апока, соответствует фоновым значениям. Пониженное по сравнению с фоном содержание Zn наблюдалось в залежных агросерых супесчаных почвах ($K_c=0,8$).

Наибольшая пространственная изменчивость была свойственна Cu и Pb, их содержание в поверхностных горизонтах городских почв очень неоднородно. По сравнению с 1985 г. техногенные аномалии Cu ($K_c=4,8$) изменили свою локализацию и оказались сосредоточенными на месте заброшенных производственных зон, используемых не по назначению: закрытого завода промышленной арматуры, вблизи погрузочных площадок, которые используются как складские комплексы. Незначительное накопление Pb и Cu отмечено также для почвенного покрова индивидуальной жилой застройки, общественно-деловой в центральной части города и транспортно-производственных зон (K_c соответственно 1,3–1,7; 1,6–4,8).

В почвенном покрове зон индивидуальной жилой застройки наблюдается также незначительное повышение концентрации Sr ($K_c=1,5$), что имеет, главным образом, природный характер. Это связано с выходом на поверхность обогащенных Sr обломков мергелей. Содержание других ТМ (Ni, Ga, Y, Zr, Nb и Rb) в поверхностных горизонтах городских почв находится в пределах фоновых значений.

Расчет усредненного суммарного показателя загрязнения (Zc) показал, что большая часть изучаемой территории г. Льгова характеризуется низким уровнем загрязнения ТМ (<16). Это свидетельствует о неопасном для горожан эколого-геохимическом состоянии почв. Только в двух точках опробования из 59 значения Zc превышали этот уровень.

В центре г. Льгова, который относится к зоне древнего поселения XVII–XVIII века, исходные типичные карбонатные черноземы перекрыты культурным слоем, который сформировался за период существования города. Эта порода является материнской для урбаноземов, представляющих собой систему слоев, напластований с большим количеством мусора, обломочного материала, в т. ч. карбонатного (мергеля), отдельных горизонтов погребенных почв. В толще культурного слоя старых поселений встречаются древесный материал, остатки каменной мостовой, кирпичные кладки от фундаментов разрушенных домов и т.д. Кроме них культурные слои часто содержат повышенное количество Zn и Pb вплоть до высоких уровней, сравнимых с современным загрязнением (табл. 6).

Таблица 5.
Среднее содержание ТМ (мг/кг) в поверхностных (0-15 см) горизонтах почв г. Львова
в 2012 и 2013 гг.

Показатели	Ni	Cu	Zn	Ga	Pb	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
<i>Индивидуальная жилая застройка</i>										
Среднее± ошибка среднего	20,5±3,2	36,3±13,1	248,0±167,7	13,4± 4,7	42,8± 15,2	69,0± 7,7	204,3± 76,0	25,0± 6,3	345,0± 137,3	12,2± 3,2
Кс	0,7	1,6	4,0	1,3	1,7	0,8	1,5	0,8	0,8	0,8
<i>Жилая застройка средней этажности</i>										
Среднее± ошибка среднего	24,0±4,0	20,5±3,5	158,0±98,0	5,0± 0,0	20,5± 3,5	44,5± 0,5	157,0± 8,0	17,5± 0,5	217± 30,5	7,5± 2,5
Кс	0,8	0,9	2,5	0,2	0,8	0,5	1,1	0,6	0,5	0,5
<i>Общественно-деловая зона</i>										
Среднее± ошибка среднего	14,0±2,7	23,7±3,1	109,0±40,0	8,3± 3,8	33,0± 16,0	39,7± 18,2	151,0± 50,7	16,0± 6,0	210,0± 82,0	9,5± 2,5
Кс	0,5	1,0	1,8	0,8	1,3	0,5	1,1	0,5	0,5	0,6
<i>Действующие производственные зоны и транспортная зона</i>										
Среднее± ошибка среднего	18,5±6,8	25,8±12,9	114,3±73,5	10,1± 3,6	27,4± 12,6	54,7± 23,2	176,3± 126,4	21,4± 7,8	282,1± 107,5	10,6± 3,6
Кс	0,6	1,1	1,8	1,0	1,1	0,6	1,3	0,7	0,6	0,7
<i>Производственные зоны, используемые не по назначению</i>										
Среднее± ошибка среднего	23,2±7,9	110,±129,2	167,0±158,7	10,5± 4,3	31,6± 17,8	55,4± 24,4	109,7± 37,8	22,7± 9,1	328,9± 127,6	10,0± 4,3
Кс	0,8	4,8	5,2	1,0	1,3	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7
<i>Зона рекреационного значения</i>										
Среднее± ошибка среднего	18,4±4,2	20,8±5,6	66,5± 18,2	9,5± 3,6	27,8± 14,2	55,4± 20,8	115,0± 38,3	21,1± 7,8	326,1± 140,9	10,9± 3,3
Кс	0,6	0,9	1,1	0,9	1,1	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
<i>Зона сельскохозяйственного использования</i>										
Среднее± ошибка среднего	20,1±5,3	17,7±4,3	48,7± 10,0	12,7± 2,0	16,4± 3,5	65,6± 16,9	113,4± 38,9	26,4± 6,8	412,4± 82,1	11,6± 3,0
Кс	0,7	0,8	0,8	1,3	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8
Средний фон	30	23	62	10	25	84	140	30	450	15

Таблица 6.
Содержание ТМ в урбаноземе среднетощом на черноземе типичном карбонатном в
центральной части г. Львова, мг/кг

Горизонт (слой)	Глубина отбора образца, см	Микроэлементы								
		Cu	Pb	Ni	Zn	Ga	Rb	Y	Zr	Nb
U1hca	0-10	24	24	28	256		44	18	187	10
U2hca	10-22	24	25	14	313	7	40	14	294	5
U3ca	22-32	22	27	14	74	6	50	16	199	7
U4ca	32-50	27	44	14	124	9	51	18	216	11
U5ca	50-60	4	103	9	206	7	38	17	276	8
U6ca	60-70	46	153	16	166	12	26	16	206	6
U7ca	70-82	29	58	9	63	5	28	11	149	4
U8ca	82-90	33	42	12	74	4	50	16	162	10
U9ca	90-100	43	45	20	113	9	78	19	240	10
U10ca	100-110	23	11	14	96	7	80	20	208	9
[A1Vca]	110-140	27	17	17	149	12	117	15	228	12
[BC1caD1ca]	140-150(55)	17	8	22	55	11	86	17	193	7
Средний фон		23	25	30	62	10	84	30	450	15

Полужирным шрифтом выделены значения, существенно превышающие фоновые, Кс>1,5

Выводы и рекомендации

Выявлены пространственно-временные закономерности распределения и поведения ТМ в основных компонентах городских ландшафтов Курской области за период 1985– 2013 гг. Наиболее широкий спектр элементов-загрязнителей обнаружен в снежном и почвенном покровах в зоне влияния КАЗа. Зона наибольшего воздействия прослеживается в радиусе 1 км в направлении преобладающих ветров. За последние 30 лет содержание ТМ в почвах вокруг действующих крупных источников выбросов увеличилось, а вокруг предприятий, прекративших свою деятельность, наметилась тенденция к их снижению.

Геохимическое состояние вод р. Сейм и старицы в пределах г. Львова определяется воздействием выше расположенных по течению реки Курского и Курчатовского промышленных ареалов, где находятся крупные источники выбросов и стоков.

Загрязнение ТМ в городах характерно также для почвенного и снежного покровов зон индивидуальной жилой застройки. Это связано не только с воздействием промышленных выбросов, но и систем отопления домов частного сектора.

Литература

1. Эгогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н. С. Касимова. – М.: Изд. МГУ, 1995 – 336 с.
2. Кайданова О. В. Изменения содержания тяжелых металлов в почвах техногенных ландшафтов на территории России / О. В. Кайданова // Изменение природной среды России в XX веке. – М.: Молнет, 2012. – С. 221-238.
3. Замотаев И. В. Тяжелые металлы в почвах и водах лесостепных ландшафтов в зоне влияния Курчатовского промышленного ареала / И. В. Замотаев, А. Н. Курбатова, Т. М. Кудерина, Г. С. Шилькрот // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 4. – С. 76-82.
4. Добровольский В.В. География микроэлементов: глобальное рассеяние / В. В. Добровольский. – М.: Мысль, 1983. – 272 с.
5. Кайданова О.В. Накопление тяжелых металлов в почвах городов Курской области на разных исторических этапах / О. В. Кайданова // Антропогенная эволюция геосистем и их компонентов. – М.: Институт географии, 1987. – С. 127-142.
6. Геоэкологические исследования Курской области: Сборник научных статей / Отв. Ред. М.В. Кумани. – Курск: Курск. Гос. ун-т, 2005. –165 с.
7. Россия и ее регионы: Внутренние и внешние экологические угрозы. – М.: Наука, 2001. – 216 с.
8. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

Анотація. *І.В. Замотаєв, О.В. Кайданова, Т.М. Кудерина, О.М. Курбатова, С.Б. Суслова, Г.С. Шилькрот*
Динаміка забруднення важкими металами міських ландшафтів Курської області. *Проведені в 1985-2013 рр. дослідження дозволили визначити характер і причини геохімічної неоднорідності ландшафтів у межах Курська і Львова, пов'язані з природними, соціально-економічними та техногенними факторами. Отримана дифференціююча за функціональними зонами міст оцінка забруднення важкими металами ґрунтів, вод і снігового покриву.*

Ключові слова: *важкі метали, динаміка забруднення, функціональні зони, техногенні джерела, еколого-геохімічне стан.*

Abstract. *I.V. Zamotaev, O.V. Kidanova, T.M. Kuderina, A.N. Kurbatova, D.B. Suslova, G.C. Shilykrot*
The dynamics of heavy metal pollution of urban landscapes Kursk region. *The studies conducted in 1985-2013 allowed to define the geochemical heterogeneity of the landscapes in Kursk and Lgov and its environmental, socio-economic and technogenic causes. The distribution of soil, water and snow cover pollution by the cities functional zones was identified.*

Keywords: *heavy metals, the dynamics of pollution, functional zones, man-made sources, ecologo-geochemical condition.*

Поступила в редакцію 08.02.2014 г.