

Л. Ю. Станченко

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ
И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выявлены особенности концентрирования некоторых тяжелых металлов (ТМ) в верхнем горизонте почв, листьях клена и тополя в городах Калининграде и Светлогорске. Установлена зависимость между физико-химическими особенностями верхнего аккумулятивного горизонта почв, структурой городских ландшафтов, концентрацией и распределением ТМ в верхнем почвенном горизонте. Корреляции между аналогичными параметрами и концентрацией ТМ в листьях изученных древесных пород не обнаружено.

*Some peculiarities of heavy metals concentrations in the accumulating layer of the urban soils and leaves of *Acer platanoides* and *Populus alba* are presented. Dependence between physical and chemical features, geochemical structure of landscapes, concentration and distri-*



bution of heavy metals is established. Correlation between similar parameters and concentration of heavy metals in leaves is not found out.

Ключевые слова: геохимия городских ландшафтов, концентрация тяжелых металлов.

В 2005–2007 гг. автором проводились почвенно-геохимические исследования ландшафтов городов Калининграда и Светлогорска. Сетевым методом [2] отбирались лигно- и биогеохимические пробы в почвах и древесной растительности. Определение тяжелых металлов проводилось на спектрографе ДФС-458С в аттестованной и аккредитованной лаборатории ГПП «Севкавгеология» в г. Ессентуки. Полученные данные позволили выделить спектр приоритетных элементов (Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Mn, Cr), содержание которых в исследованных объектах превышает условно фоновые значения.

По методике В. А. Алексеенко [1], основанной на учёте таксономических уровней, были выделены природно-антропогенные комплексы и проанализированы некоторые почвенно-геохимические особенности аккумулятивного слоя почвенного покрова изученных городов.

С учетом особенностей техногенной миграции элементов в изученных городах выделили девять функциональных зон: промышленных, селитебных мало- и многоэтажных, агроселитебных; зон, занятых военными ведомствами, зон рекреации и отдыха, пустырей, лугов и огородов, кладбищ. На втором уровне (с объединением городских ландшафтов по особенностям сообществ растений) были выделены ландшафты с преобладанием трех типов растительных сообществ: травянистой, декоративной древесно-кустарниковой и садовой древесно-кустарниковой. На третьем уровне (в соответствии с показателями окислительно-восстановительной обстановки в почве) выделили два типа ландшафтов: окислительные и восстановительные. На четвертом уровне (с учетом геоморфологических особенностей ландшафтов) было выделено четыре группы: элювиальные, трансэлювиальные, трансаккумулятивные, трансупераквальные. На пятом уровне почвы городов подразделялись в соответствии с щелочно-кислотными условиями на четыре типа: со слабокислой реакцией почвенного раствора, нейтральной, близкой к нейтральной и слабощелочной.

Для выявления зависимостей концентраций и распределения ТМ от физико-химических параметров почв анализировались величина рН, емкость катионного обмена (ЕКО), общий углерод ($C_{\text{общ}}$) и скелет почвы (рис. 1).

Наибольшее влияние на распространенность ТМ в аккумулятивном почвенном слое оказывает рН. Фоновые значения рН раствора дерново-подзолистых почв составляют 4–6. Диапазон колебаний рН в почвах Калининграда 3,9–7,9 (73,6 % всех почв имеют слабощелочную и щелочную реакцию), Светлогорска – 5,0–7,5 (75 % почв имеют нейтральную и близкую к нейтральной реакцию). Подщелачивание почв приводит к формированию в слое 0–10 см щелочного геохимического барьера, на котором концентрируются поллютанты, в том числе Pb, Zn, Cr, Ni, образующие в этих условиях слаборастворимые карбонаты.



Рис. 1. Изменение физико-химических параметров верхнего (0–10 см) горизонта почв Калининграда в разных элементарных ландшафтах

В целом эколого-геохимические показатели поверхностного аккумулятивного слоя городских почв, а именно: облегченный механический состав (более 65 % почв имеют скелетную часть >10 %), невысокое содержание гумуса (от 1 до 2,5 %), небольшие величины ЕКО (3–19 мг/экв. на 100 г почвы) – не указывают на серьезную трансформацию основных зональных параметров, но свидетельствуют об относительно низкой депонирующей способности почв, а карбонитизация и возникновение щелочного барьера в аккумулятивном слое ведут к накоплению металлов, что сопровождается трансформацией почвенно-геохимической структуры урбозкосистем [3; 4].

Максимальные концентрации ТМ приурочены как к селитебным и промышленным зонам, так и к зонам рекреации (рис. 2), что связано со значительным взаимопроникновением функциональных зон.

Приоритетны для верхнего слоя почв Pb, Zn, Cu, Ni. Распределение указанных элементов в составе почвенных аномалий образует убывающий ряд: Pb>Zn>Cu>Ni (табл. 1). Почвы городов отнесены в основном к умеренно-опасному уровню загрязнения (табл. 2). Содержание ТМ в листьях изменяется в зависимости от вида растений и их приуроченности к определенным функциональным зонам, а аномалии менее контрастны, чем в почвах.

Основные древесные породы исследуемых городов по-разному реагируют на одинаковые дозы техногенного поступления ТМ. Листья тополя активнее, чем листья клена, концентрируют почти все микроэлементы. Ассоциация техногенных элементов в листьях основных пород деревьев (клен, тополь) в Калининграде представлена рядом, в котором почти во всех геохимических ландшафтах преобладают Zn, Pb, Ni, Co, Cu, Mn. Распределению указанных элементов в составе золы листьев тополя отвечает убывающий ряд: Zn>Cr>Pb>Ni>Co>Cu>Mn; а для листьев клена – Mn >Pb>Zn>Cu>Cr>Co>Ni. В Светлогорске в листьях древесных растений преобладают Mn, Cu и Cr.

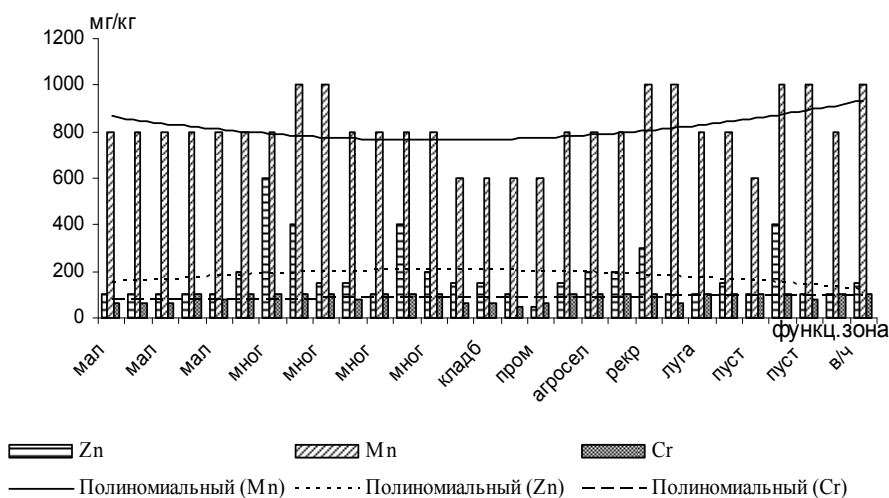


Рис. 2. Динамика концентраций тяжелых металлов в верхнем (0–10 см) слое почв Калининграда по функциональным зонам в элювиальных ландшафтах

Таблица 1

Геохимическая характеристика почв Калининграда (А) и Светлогорска (Б) по показателю Zc

Показатель	А				Б		
	Э	Э	Э	Э	Э	ТЭ	ТСА
1. Ассоциация химических элементов	Pb(7,3)> Zn(6,3)> Cu(5,9)> Ni(4,2)> Co(1,4)> Cr(1,1)	Pb(9,6)> Zn(7)> Cu(5,7)> Ni(5,2)> Co(1,6)> Mn(1,4)> Cr(1,3)	Pb(9,6)> Zn(7)> Cu(5,7)> Ni(5,2)> Co(1,6)> Mn(1,4)> Cr(1,3)	Pb(9,6)> Zn(7)> Cu(5,7)> Ni(5,2)> Co(1,6)> Mn(1,4)> Cr(1,3)	Pb(9,6)> Zn(7)> Cu(5,7)> Ni(5,2)> Co(1,6)> Mn(1,4)> Cr(1,3)	Pb(8)> Cu(5,2)> Ni(5)> Zn(4,6)> Mn(1,5)> Co(1,4)> Cr(1,1)	Pb(10,6)> Zn(7,6)> Cu(5,5)> Ni(5,4)> Co(3,6)> Mn(1,3)> Cr(1,3)
2. Среднее значение Zc	21,0	23,9	23,9	23,9	23,9	18,8	28,7

Таблица 2

Категории загрязнения верхнего слоя (0–10 см) почв и соотношение площадей по показателю суммарного загрязнения Zc

Категория	Пределы колебаний Zc		Площадь городской территории, %	
	Калининград	Светлогорск	Калининград	Светлогорск
1. Допустимая	11,9–15,7	8,9–14,8	1,7	16,0
2. Умеренно опасная	16,2–29,4	17,0–29,9	96,2	77,7
3. Опасная	32,9–44,6	36,8–67,3	1,8	3,8
4. Чрезвычайно опасная	129,1–133,4	160,2–381,7	0,3	0,5



Выполненное исследование позволяет более полно учитывать природные и техногенные условия формирования геохимических особенностей городских ландшафтов. Преобладание элювиальных ландшафтов сказывается на общей миграции металлов — максимальные концентрации отмечены в подчиненных трансаккумулятивных и трансупераккумулятивных комплексах. Аккумуляция ТМ в автономных и транзитных ландшафтах вызвана техногенным прессингом, связанным с воздействием автотранспорта, промышленных и муниципальных источников загрязнения. Градостроительные особенности исследованных городов определяют пространственное распределение металлов. Выявлена дифференциация в их содержании в почвах в зависимости от типа и этажности селитебной застройки. Почвы селитебной многоэтажной зоны содержат больше свинца, цинка, никеля, меди, чем почвы селитебной малоэтажной зоны.

Список литературы

1. Алексеев В. А. Экологическая геохимия: учебник. М.: Лотос, 2000.
2. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязненных территорий городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982.
3. Салихова Е. В., Савостина О. А. Экологические аспекты состояния городской среды Калининграда // География на рубеже веков: сб. науч. тр., посвященный 30-летию образования географического факультета в КГУ. Калининград: Изд-во КГУ, 2001.
4. Салихова Е. В., Савостина О. А., Виноградова О. Л. Трансформация основных свойств урбаноземов Калининграда // Вестник КГУ. Сер. Экология региона Балтийского моря. 2003, №1. С. 98 — 102.

Об авторе

Л. Ю. Станченко — ассист., РГУ им. И. Канта.