

## ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ГОРОДОВ БЛАГОВЕЩЕНСК, ХАБАРОВСК И КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ

А.М. Кошельков<sup>1</sup>, Л.П. Майорова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт горного дела (ИГД ХФИЦ ДВО РАН),  
ул. Тургенева 51, г. Хабаровск, 680000;

<sup>2</sup>Тихоокеанский государственный университет,  
ул. Тихоокеанская 136, г. Хабаровск, 680035

Выполнено сравнение литогенных и техногенных содержаний тяжёлых металлов и мышьяка в почвах больших городов Приамурья. Отмечены характерные уровни загрязнения и соотношения превышений. Установлено, что основными факторами, влияющими на повышенные содержания ТМ в почвах, являются объёмы эмиссии загрязнений, близость геохимических аномалий, гранулометрический состав и условия рассеивания загрязняющих веществ.

**Ключевые слова:** городские почвы, тяжёлые металлы, кларки, фоновые содержания, суммарный показатель загрязнения.

## HEAVY METALS IN THE SOILS OF THE CITIES OF BLAGOVESHCHENSK, KHABAROVSK AND KOMSOMOLSK-ON-AMUR

A.M. Koshelkov, L.P. Mayorova

The lithogenic and technogenic contents of heavy metals and arsenic in the soils of large cities of the Middle Amur region were compared. Characteristic pollution levels and excess ratios are noted. It has been established that the main factors influencing the increased heavy metal content in soils are the volume of pollution emissions, the proximity of geochemical anomalies, granulometric composition and conditions of dispersion of pollutants.

**Keywords:** urban soils, heavy metals, clarks, background contents, total pollution index.

Города Приамурья отличаются сравнительно высокой техногенной нагрузкой на окружающую среду. При этом наибольшее воздействие оказывают индустриальные центры с населением более 200 тыс. жителей. Для этих территорий характерно формирование полиэлементных геохимических аномалий в почвах и ухудшение экологической ситуации в целом.

Исследования Алексеенко В.А. и др. показывают, что для городов численностью более 100 тыс. жителей характерны превышения кларков по тяжёлым металлам (ТМ) в 1,5 и более раза [1]. Эта особенность отмечается и для городов Приамурья (табл. 1), однако высокие содержания ТМ в их почвах могут быть обусловлены и природными факторами.

Повышенные содержания ТМ в почвах городов Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре обусловлены не только техногенным воздействием, но и природными особенностями почвообразующих пород, близостью геохимических

аномалий, приуроченных к возвышенным и низкогорным территориям. Плотность суглинков в почвообразующих породах рассматриваемых районов отличается. В районе Благовещенска характерны лёгкие суглинки с включением супеси, т.е. по механическому составу они ближе к песчаным грунтам чем к суглинистым. В почвообразующих породах городов Нижнего Амура выражены суглинки (Хабаровский район – средний суглинок, Комсомольский – средний и тяжёлый суглинки). Значения фоновых концентраций ТМ в почвах рассматриваемых территорий соотносятся с их механическим составом (табл. 2).

**Таблица 1.** Превышение кларков почв Земли в больших городах Приамурья  
**Table 1.** Excess of soil clarks in large cities of the Middle Amur region

Город	Группы городов		Превышение кларков почв Земли в средних содержаниях тяжёлых металлов	
	по СП 42.13330.2016	по Алексееву В.А.	характерное для соответствующих групп городов	фактическое
Хабаровск	крупный (от 250 тыс. до 1000 тыс. чел.)	от 300 тыс. до 700 тыс. чел.	Cd – 1,6; As – 2; Pb – 4,6; Zn – 2,3	Cd – 7,2; Cu – 10,6; As – 13,6; Ni – 5,2; Hg – 54; Pb – 29,1; Zn – 20,2
Благовещенск	большой (от 100 тыс. до 250 тыс. чел.)	от 100 тыс. до 300 тыс. чел.	As – 4,2; Pb – 4,3; Zn – 2	Cd – 2,7; Cu – 7; As – 7,7; Ni – 2,3; Hg – 43,9; Pb – 25,1; Zn – 13,3
Комсомольск-на-Амуре	большой (от 100 тыс. до 250 тыс. чел.)	от 100 тыс. до 300 тыс. чел.	As – 4,2; Pb – 4,3; Zn – 2	Cd – 12,3; Cu – 29,1; As – 15,8; Ni – 5,6; Hg – 60; Pb – 77,4; Zn – 33,2

**Таблица 2.** Фоновые содержания ТМ в почвах близ городов Приамурья  
**Table 2.** Background concentrations of heavy metals in soils near the cities of the Middle Amur region

Территория	Механический состав почвы	Содержание химических веществ, мг/кг						
		Cd	Cu	As	Ni	Hg	Pb	Zn
Окрестности Благовещенска	средний суглинок	0,143	10,69	5,7	20,13	0,031	11,77	47,28
Окрестности Хабаровска	средний суглинок	0,31	18,2	7,2	16,7	0,201	19,5	46,2
Близ Комсомольска-на-Амуре	тяжёлый суглинок	0,48	56,4	16,1	20,3	0,088	83,9	111,0

Средние (медианные) и максимальные содержания ТМ в почвах исследуемых городов также имеют сходные соотношения: наиболее высокие отмечаются для г. Комсомольск-на-Амуре, меньшие – для г. Благовещенска. Максимальные и средние значения суммарных показателей загрязнения почв, рассчитанные для исследуемых городов по вышеприведённым фоновым значениям (табл. 2), варьировались в незначительных диапазонах ( $Zc_{\text{среднее}} - 4,15-5,19$ ,  $Zc_{\text{максимальное}} - 17,09-19,86$ ) (табл. 3).

**Таблица 3.** Средние и максимальные содержания ТМ в почвах больших городов Приамурья  
**Table 3.** Average and maximum concentrations of heavy metals in the soils of large cities of the Middle Amur region

Город	Значения	Содержание химических веществ, мг/кг							Zc
		Cd	Cu	As	Ni	Hg	Pb	Zn	
Благовещенск	средние	0,14	14,08	3,83	9,12	0,04	25,06	66,58	4,2
	максимальные	0,587	55,34	5,7	18,39	0,11	107	206	19,86
Хабаровск	средние	0,358	21,29	6,81	20,8	0,054	29,05	101,1	4,15
	максимальные	2,56	93,75	14,9	100,3	0,347	115,0	444,3	17,09
Комсомольск-на-Амуре	средние	0,615	58,29	7,89	22,49	0,06	77,39	166,01	5,19
	максимальные	3,03	371,2	20,6	71,5	0,268	316,6	634,6	19,6

Несмотря на молодой возраст города по масштабам техногенной нагрузки Комсомольск-на-Амуре за относительно короткий период освоения сравнялся с крупными административными центрами Приамурья, а по степени локальных загрязнений превзошел их [2]. По долям проб с числом превышений Ксi на уровне более 2 фоновых Комсомольск-на-Амуре превосходит гораздо более крупный город Хабаровск.

По свинцу и ртути наибольшие доли проб с превышением Ксi на уровне более 2 фоновых отмечены для г. Благовещенска, что обусловлено преобладанием техногенного фактора формирования повышенных содержаний ТМ в городских почвах над литоральным. Основными источниками загрязнения почв ТМ в Благовещенске являются завод «Амурский металлист» и другие промышленные предприятия прибрежной промышленной зоны, растянувшейся перед общей городской застройкой по преобладающему северо-западному направлению ветра.

Условия рассеивания являются важным фактором загрязнения городских почв. Так, например, Хабаровск с наименьшей среди сравниваемых городов долей аномально загрязненных проб, но превосходящий их по численности населения, количеству источников загрязнения и объёмам эмиссии, по УМПА = 5,73 относится к зонам с благоприятными условиями для рассеивания примесей. В Благовещенске и Комсомольске-на-Амуре значения УМПА ниже уровня 3,5 (2,88

и 3,12), что характеризует эти территории как зоны риска, в которых с одинаковой вероятностью могут наблюдаться метеоусловия, способствующие как загрязнению атмосферного воздуха, так и его самоочищению.

Таким образом, содержания ТМ, являющихся активными и подвижными элементами земной коры, определяется не только положением относительно природных и техногенных резервуаров накопления, но и свойствами транзитной среды (механическим составом почвообразующих пород), направленностью и интенсивностью потоков миграции, условиями рассеивания.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Ростов н/Д.: Издательство Южного федерального университета, 2013. 380 с.
2. Архипов А.Е. Сравнительный анализ загрязнения почв тяжёлыми металлами, бенз(а)пиреном и нефтепродуктами в г. Комсомольск-на-Амуре и г. Благовещенск // VIII Дружининские чтения, 2023. С. 254–256

REFERENCES:

1. Alekseenko, V.A., Alekseenko V.A. Chemical elements in geochemical systems. Clarks of soils of residential landscapes. Rostov n/A: Southern Federal University Press, 2013. 380 p.
2. Arkhipov A.E. Comparative analysis of soil pollution with heavy metals, benz(a)pyrene and petroleum products in Komsomolsk-on-Amur and Blagoveshchensk. In *VIII Druzhinin readings*, 2023, pp. 254–256.