

УДК 634.948:581.5

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА УЛЬЯНОВСКА

© 2011 О.А. Ефремова¹, Н.В. Прохорова²

¹ Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова

² Самарский государственный университет

Поступила в редакцию 17.05.2011

В статье представлены результаты сравнительного анализа данных о накоплении валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове промышленных и рекреационных зон г. Ульяновска.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, промышленные и рекреационные зоны*

Город Ульяновск является одним из крупнейших промышленных центров Приволжского Федерального округа с населением 624 тыс. человек, что определяет остроту экологических проблем на его территории, среди которых выделяется и является недостаточно изученным техногенное загрязнение природных сред. Крупные металлообрабатывающие и машиностроительные предприятия, автотранспорт, энергетика, строительная индустрия поставляют в атмосферу, природные воды, почвенный покров города разнообразные продукты техногенеза, в том числе и целый комплекс тяжелых металлов. Выпадая на земную поверхность, они накапливаются в верхних горизонтах почв, изменяют их химический состав, включаются в природные и техногенные циклы миграции, загрязняя все функциональные зоны города [3, 4]. Известно, что распределение тяжелых металлов в промышленных и рекреационных зонах городов очень динамично, а особенности их аккумуляции могут существенно различаться в зависимости от природно-климатических и техногенных условий [5].

Условия и методы исследования. Наши исследования проводились в 2010 г. в рекреационных и промышленных зонах 4 городских районов г. Ульяновска: Ленинском, Засвияжском, Железнодорожном и Заволжском. В Заволжском районе сравнивали особенности накопления тяжелых металлов в почвах ЗАО «Авиастар-СП» и парка Прибрежный, в Железнодорожном районе – ЗАО «Ульяновский моторный завод» и парка Винновская роща, в Ленинском районе – ОАО «Контактор» и парка

им. А. Матросова, в Засвияжском районе – ОАО «Ульяновский автомобильный завод» и парка семьи Ульяновых. В качестве фоновой территории использовали относительно чистую зону, расположенную вдали от населенных пунктов и проезжей части, почвенные характеристики которой в целом соответствуют почвам района исследований.

ОАО «УАЗ» специализируется на производстве малотоннажных автомобилей повышенной проходимости, это одно из крупных предприятий машиностроительного комплекса России по производству двигателей различной модификации для грузовых, пассажирских и многоцелевых автомобилей повышенной проходимости марки «ГАЗ» и «УАЗ». ЗАО «Авиастар» выпускает современные пассажирские и грузовые самолеты. ОАО «Контактор» специализируется в производстве автоматических выключателей, электроаппаратуры специального назначения, низковольтных комплектных устройств. Все эти предприятия являются техногенными источниками тяжелых металлов для территории г. Ульяновска.

Для получения объективной картины распределения тяжелых металлов в почвенном покрове района исследований на территории парков и промзон было заложено по 1 пробной площади, на каждой из которых общепринятыми в почвоведении и биогеохимии методами были отобраны средние почвенные образцы из слоя 0-15 см [1]. Количественное определение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn, Ni, Cd) осуществляли атомно-абсорбционным методом. Валовую форму определяли из кислотной вытяжки, подвижные формы – из вытяжки с 1М HNO₃ и ацетатным буфером с pH=4,8. Для оценки эколого-геохимической ситуации в районе исследований использовали суммарный показатель

Ефремова Оксана Анатольевна, соискатель. E-mail: o.a.efremova@yandex.ru

Прохорова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы. E-mail: ecology@ssu.samara.ru

загрязнения почв (Z_c) рассчитываемый по формуле: $Z_c = \sum k_i \cdot (n_i - 1)$, где k_i – коэффициент концентрации i -го загрязняющего вещества, равный частному от деления его концентрации в загрязненной и фоновой почвах; n – число определяемых элементов в пробе. Оценку степени опасности загрязнения почв комплексом металлов по суммарному коэффициенту (Z_c) осуществляли с помощью ориентировочной оценочной шкалы опасности загрязнения почв. При подсчете Z_c руководствовались

методическими указаниями по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами [2].

Результаты исследования. Полученные в ходе исследований аналитические данные позволили установить городской фоновый уровень содержания пяти тяжелых металлов (Ni, Cu, Zn, Pb, Cd) в почвенном покрове района исследований, а также их средние концентрации в промышленных и рекреационных зонах города (табл. 1).

Таблица 1. Среднее содержание различных форм тяжелых металлов в почвах рекреационных и промышленных зон г. Ульяновска

Вариант	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu
валовая форма (мл/кг)					
промзоны	25,3	0,87	29,6	13,2	25,2
парки	14,0	0,47	25,0	17,7	13,3
фон	2,3	0,2	16,0	1,6	18,2
подвижная форма, мл/кг (1МННО₃)					
промзоны	14,3	0,62	26,0	6,0	19,0
парки	8,3	0,26	18,2	8,7	5,4
фон	1,56	0,15	6,5	0,32	5,0
подвижная форма (ацетатный буфер рН=4,8)					
промзоны	2,9	0,4	5,9	0,61	1,72
парки	1,6	0,17	3,0	0,64	0,18
фон	0,23	0,11	0,23	0,3	0,09

Валовые формы тяжелых металлов в почвах промышленных зон г. Ульяновска превосходят региональные фоновые концентрации: по Pb и Ni в – 10 раз, по Cd – в 4 раза, по Zn – в 1,5 раза, по Cu – в 1,3 раза. Для большинства из них валовые концентрации выше, чем в парковых зонах. Исключением является Ni, более высокое содержание которого выявлено в почвах городских парков. Сходным образом распределяются и подвижные формы тяжелых металлов в почвах изучаемых функциональных зон города (табл. 1). При этом следует отметить отсутствие превышений ПДК как для валовых, так и для подвижных форм тяжелых металлов в почвах промышленных зон и парков. В табл. 2 представлены результаты анализа содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах конкретных парков и промзон, объединенных парами по соответствующим районам г. Ульяновска.

Как следует из табл. 2, содержание валовых и подвижных (1М ННО₃) форм анализируемых тяжелых металлов в парковых почвах достаточно сходно, но по валовым формам несколько большими концентрациями Zn, Ni, Cu характеризуется парк семьи Ульяновых, а Pb и Cd – парк Винновская роща. Почвы последнего отличается и относительно большими концентрациями обеих подвижных форм тяжелых металлов.

В почвах промышленных зон контрастность содержания всех изучаемых форм тяжелых

металлов существенно выше. Максимальными концентрациями по всем формам большинства тяжелых металлов характеризуется ОАО «Контактор». Близкими к нему показателями по Zn (вал и подвижные формы) и Ni (подвижные формы) отличается ЗАО «Ульяновский моторный завод». Фоновые показатели по содержанию валового Pb, Cd, Ni, Zn превышены в почвах всех изучаемых промышленных и парковых зон, но особенно существенно в почвах ОАО «Контактор» и ЗАО «Ульяновский моторный завод». По содержанию валовой Cu парковые почвы практически не превышают фоновый уровень, а среди промышленных зон превышением данного показателя характеризуются только ОАО «Контактор» и ЗАО «Ульяновский моторный завод». По содержанию подвижной формы тяжелых металлов, выявляемой из кислотной вытяжки (1М ННО₃), фоновый уровень в почвах всех парков и промзон превышен по Pb, Cd, Zn, Ni. Причем по подвижному Ni фоновые концентрации превышены на 1-2 порядка. Фоновое содержание подвижной Cu незначительно превышено в парках Винновская роща и им. А. Матросова, а также в почвах ОАО «Контактор» и ЗАО «Ульяновский моторный завод». Фоновые показатели подвижных форм металлов, выявляемые ацетатным буфером, были превышены во всех парках и промзонах по Pb, Zn, Ni с максимальным уровнем для ОАО «Контактор» и ЗАО «Ульяновский моторный завод». На этом фоне

наиболее слабо загрязнены подвижными Pb и Ni почвы Прибрежного парка. Фоновый уровень подвижного Cd в парковых почвах практически не достигнут, в почвах промзон определенные превышения выявлены только в почвах ОАО «Контактор» и ЗАО «Ульяновский моторный завод». Именно для этих территорий установлено превышение по подвижной Cu,

особенно значимое (в 72 раз) для почв ЗАО «Ульяновский моторный завод». ПДК по валовому Pb (32 мг/кг) достигнуты или превышены в почвах ЗАО «Ульяновский моторный завод» и ОАО «Контактор», по валовой Cu (55 мг/кг) – только в почвах ОАО «Контактор». Содержание остальных элементов не превосходит ПДК.

Таблица 2. Среднее содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах отдельных парков и промзон г.Ульяновска

Вариант	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu
валовая форма (мг/кг)					
П. Семьи Ульяновых	15,6	0,47	26,1	22,7	18,9
ОАО «УАЗ»	11,0	0,39	24,2	13,1	8,9
П. Винновская роща	16,7	0,5	25,3	15,6	12,3
ЗАО «УМЗ»	30,0	0,96	35,0	12,1	22,5
П. Прибрежный	8,8	0,5	22,9	16,7	9,4
ЗАО «Авиастар-СП»	5,5	0,39	24,9	14,2	9,1
П. им.А.Матросова	15,1	0,47	25,8	15,7	12,6
ОАО «Контактор»	55,0	1,7	34,0	13,6	60,6
подвижная форма, мг/кг (1мНН₃)					
П. Семьи Ульяновых	7,3	0,23	17,9	12,4	4,8
ОАО «УАЗ»	9,3	0,25	19,3	5,7	4,3
П. Винновская роща	11,6	0,31	20,7	8,3	6,9
ЗАО «УМЗ»	21,3	0,80	33,5	7,7	15,3
П. Прибрежный	4,4	0,21	14,9	6,7	3,7
ЗАО «Авиастар-СП»	3,2	0,14	18,7	4,9	4,2
П. им.А.Матросова	10,1	0,27	19,8	7,3	6,8
ОАО «Контактор»	23,7	1,32	32,8	6,0	52,0
подвижная форма (ацетатный буфер рН=4,8)					
П. Семьи Ульяновых	1,6	0,2	2,0	0,9	0,14
ОАО «УАЗ»	1,15	0,15	2,65	0,47	0,06
П. Винновская роща	2,7	0,17	4,9	0,9	0,48
ЗАО «УМЗ»	4,0	0,36	9,4	0,8	0,25
П. Прибрежный	0,40	0,10	2,0	0,37	0,05
ЗАО «Авиастар-СП»	0,37	0,09	2,42	0,4	0,05
П. им.А.Матросова	1,47	0,16	3,8	0,6	0,10
ОАО «Контактор»	5,7	1,0	9,1	0,8	6,55

Таким образом, самые низкие концентрации большинства изучаемых тяжелых металлов были выявлены в почвах промзоны ЗАО «Авиастар-СП», которой по расположению в Заволжском районе г. Ульяновска соответствует парк Прибрежный, также характеризующийся относительно низкими концентрациями анализируемых форм тяжелых металлов. Наиболее загрязнены тяжелыми металлами почвы промзоны ЗАО «Ульяновский моторный завод», которому по расположению в Железнодорожном районе г. Ульяновска соответствует парк Винновская роща, характеризующийся достаточно высокими концентрациями большинства анализируемых элементов. Близкими к ним показателями отличается пара ОАО «Контактор» и парк им. А. Матросова в Ленинском районе г. Ульяновска. В табл. 3 представлены суммарные показатели загрязнения почв парковых и промышленных зон г.Ульяновска валовыми формами тяжелых металлов.

Известно, что почвенный покров на территории металлообрабатывающих и машиностроительных предприятий практически всегда имеет повышенный уровень содержания тяжелых металлов, но конкретная ситуация может существенно различаться. Среди анализируемых промышленных зон уровень опасного загрязнения ($Z_c=32-128$) был выявлен только для почв ОАО «Контактор». Почвы ЗАО «Ульяновский моторный завод» характеризовались умеренным уровнем загрязнения почв ($Z_c=16-32$). Почвенный покров ОАО «УАЗ» и ЗАО «Авиастар-СП» по содержанию валовых форм тяжелых металлов имел допустимый уровень загрязнения ($Z_c < 16$). Наибольшее экологическое значение имеют эколого-геохимические характеристики парковых зон, как наиболее посещаемых жителями города, в том числе и детьми. Анализ полученных данных показал, что почвы всех изученных парков г. Ульяновска характеризуется умеренным уровнем загрязнения валовыми формами тяжелых металлов. При этом почвы парка семьи Ульяновых и

Прибрежного парка по суммарному показателю загрязнения превосходят показатели промзон (ОАО «УАЗ» и ЗАО «Авиастар-СП»), расположенных в соответствующих им административных районах города.

Таблица 3. Суммарный показатель загрязнения почв парковых и промышленных зон г. Ульяновска тяжелыми металлами

Вариант	Суммарный показатель загрязнения
П. Семьи Ульяновых	22
ОАО «УАЗ»	13
П. Винновская роща	18
ЗАО «УМЗ»	25
П. Прибрежный	16
ЗАО «Авиастар-СП»	11
П. им. А. Матросова	17
ОАО «Контактор»	48

Известно, что почвенный покров на территории металлообрабатывающих и машиностроительных предприятий практически всегда имеет повышенный уровень содержания тяжелых металлов, но конкретная ситуация может существенно различаться. Среди анализируемых промышленных зон уровень опасного загрязнения ($Z_c=32-128$) был выявлен только для почв ОАО «Контактор». Почвы ЗАО «Ульяновский моторный завод» характеризовались умеренным уровнем загрязнения почв ($Z_c=16-32$). Почвенный покров ОАО «УАЗ» и ЗАО «Авиастар-СП» по содержанию валовых форм тяжелых металлов имел допустимый уровень загрязнения ($Z_c < 16$). Наибольшее экологическое значение имеют эколого-геохимические характеристики парковых зон, как наиболее посещаемых жителями города, в том числе и детьми. Анализ полученных данных показал, что почвы всех изученных парков г. Ульяновска характеризуется умеренным уровнем загрязнения валовыми формами тяжелых металлов.

При этом почвы парка семьи Ульяновых и Прибрежного парка по суммарному показателю загрязнения превосходят показатели промзон (ОАО «УАЗ» и ЗАО «Авиастар-СП»), расположенных в соответствующих им административных районах города.

Выводы: проведенные исследования позволили выявить экологически значимое полиметаллическое загрязнение почв промышленных и парковых зон г. Ульяновска. Особую тревогу вызывает достаточно высокий уровень загрязнения почвенного покрова крупных городских парков, наиболее посещаемых жителями города. Интенсификация работы промышленных предприятий и прогрессивный рост автотранспортной нагрузки определяют необходимость организации постоянного экологического мониторинга не только промышленных зон, но и рекреационных территорий г. Ульяновска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Алексеевко, В.А.* Геохимия ландшафта и окружающая среда. – М.: Наука, 1990. 142 с.
2. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания 2.1.7.730-99. – М., 1999.
3. *Прокопенко, И.В.* Содержание тяжелых металлов в почвах Ульяновской области / *И.В. Прокопенко, А.И. Пузакова, В.Д. Кочеткова, И.С. Коняев* // Экологические проблемы и пути их решения в зоне Среднего Поволжья: Материалы Всероссийской конференции. – Саранск, 1999. С. 68-69.
4. *Прокопенко, И.В.* Влияние близости автомагистралей на содержание тяжелых металлов в почве и растениях / *И.В. Прокопенко, А.М. Айметова, В.Д. Кочеткова* // Экоаналитика-2000: Тезисы докладов IV Всероссийской конференции. – Краснодар, 2000. С. 341-342.
5. *Прохорова, Н.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях ботанического сада Самарского государственного университета / *Н.В. Прохорова, Л.Л. Ермолаева, Н.О. Строчкина* // Самарская Лука. Бюллетень. – Самара. Т. 16, № 4 (22). 2007. С. 784-793.

PECULIARITIES OF HEAVY METALS ACCUMULATION IN SOILS OF INDUSTRIAL AND RECREATIONAL ZONES IN ULYANOVSK

© 2011 О.А. Efremova¹, N.V. Prokhorova²

¹ Ulianovsk Pedagogical State University
² Samara State University

The article presents the results of comparative analysis of data on total and moving heavy metals forms accumulation in the soil cover of industrial and recreational zones in Ulyanovsk city.

Key words: *heavy metals, industrial zones, recreational zones*

Oksana Efremova, Post-graduate Student. E-mail: o.a.efremova@yandex.ru
Nataliya Prokhorova, Doctor of Biology, Professor at the Department of Ecology, Botany and Nature Protection. E-mail: ecology@ssu.samara.ru