

УДК 504.054:504.54

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ГОРОДСКОЙ ПАРК КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА ГОРОДА САРАТОВА»

© 2016 Е.В. Прокофьева, В.Н. Ерёмин, М.В. Решетников, А.С. Шешнёв

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Статья поступила в редакцию 11.3.2016

Приведены результаты исследования концентраций тяжелых металлов (Zn, Pb, Cu, Ni) и мышьяка в почвенном покрове на территории памятника природы «Городской парк культуры и отдыха г. Саратова». Выполнена оценка санитарно-гигиенического состояния почв и степени опасности загрязнения. Несмотря на длительное функционирование исследованной территории в качестве рекреационной зоны, сведения о загрязнении ее почвенного покрова тяжелыми металлами получены впервые.

Ключевые слова: почва, загрязнение, тяжелые металлы, Саратов

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

Оценка состояния окружающей среды в районах расположения особо охраняемых природных территорий, в том числе на урбанизированных территориях, включает осуществление контроля санитарного состояния почв. Основным источником поступления загрязняющих веществ в почвы являются в этом случае микрочастицы из аэрозольных выбросов от функционирования предприятий и транспорта, переносимые на близлежащие территории.

Рекреационные зоны урбанизированных территорий создаются и развиваются для достижения благоприятного состояния экосистем и призваны улучшать комфортность проживания городского населения. В процессе углубления урбанизации многие рекреационные зоны испытывают активное антропогенное воздействие, а экологическое и санитарно-гигиеническое состояние компонентов их экосистем могут претерпевать значительные трансформации.

Цель работы: анализ эколого-геохимического и санитарно-гигиенического состояния почвенного покрова по результатам определения концентраций ряда тяжелых металлов (ТМ) на территории одной из основных зон отдыха города

Саратова – «Городского парка культуры и отдыха им. А.М. Горького», включенного в перечень особо охраняемых территорий Саратовской области в качестве памятника природы.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В начале XIX века исследуемая территория оказалась внутри городской черты. Участок был покрыт лесом, его пересекали два крупных оврага с постоянными водотоками. После войны 1812 г. выполнено обустройство, в том числе высадка дубов, перепланировка аллей, сооружение шести плотин в оврагах с созданием прудов. Доступная для посещения местными жителями усадьба по существу представляла собой один из первых общественных садов страны.

В 1935 г. территория была обустроена и открыта как городской парк культуры и отдыха. Выполнены озеленительные и строительные работы, очистка и углубление прудов, проведены противомалырийные мероприятия. При дальнейшем развитии парка были созданы общественные зоны и места развлечений. В настоящее время на территории городского парка сохранены естественные ландшафты и функционирует городок аттракционов «Лукоморье».

«Городской парк культуры и отдыха имени А.М. Горького» паспортизирован в качестве памятника природы ландшафтно-ботанического профиля [1]. Особо охраняемые объекты – старовозрастные экземпляры дуба черешчатого и каскад прудов. Парковая дубрава из высокоствольного черешчатого дуба имеет возраст более 200 лет и представляет собой самый значительный по площади (5,4 га) массив высокоствольного корен-

Прокофьева Екатерина Владимировна, аспирант.
E-mail: keti__@mail.ru

Ерёмин Виталий Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой общей геологии и полезных ископаемых. E-mail: ereminvit@gmail.com

Решетников Михаил Владимирович, кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоэкологии. E-mail: rtmv85@list.ru

Шешнёв Александр Сергеевич, кандидат географических наук, ведущий инженер лаборатории геоэкологии. E-mail: sheshnev@inbox.ru

ного дубового леса на юго-востоке Европейской России [2]. Сохранилось около 500 единиц старовозрастных дубов высотой до 25 м при толщине ствола до 1 м и более. Административно парк расположен в Октябрьском районе г. Саратова на площади 18,7 га.

Объект исследования – почвенный покров Городского парка культуры и отдыха Саратова – расположен в центральной части города в пределах Приволжской котловины. Для почвенного покрова парка характерны культуроземы, которые отличаются большой мощностью гумусового горизонта и перегнойного слоя разной мощности, развиваются на нижней иллювиальной части почвенного профиля исходной природной почвы [3]. Данный почвенный комплекс развивается на маломощных верхнечетвертичных элювиально-делювиальных отложениях, которые в свою очередь перекрывают песчано-глинистые отложения волжской террасы раннехвалынского возраста.

В процессе работ отобрано 20 проб почв (рис.) с глубин 0-20 см, согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 [4]. Во всех образцах определено валовое содержание ТМ (свинец, цинк, медь, никель) и мышьяка на рентгенофлуоресцентном спектрометре «Спектроскан МАКС».

Для определения экологически опасных уровней концентраций ТМ в почвенном покрове выполнено сравнение между фактической концентрацией каждого элемента с его предельно (ПДК) или ориентировочно допустимой концентрацией (ОДК), выраженное через коэффициент опасности K_o [5], рассчитанный по формуле:

$$K_o = C_i / \text{ПДК (ОДК)}, \text{ где}$$

C_i – валовое содержание ТМ в образце; ПДК (или ОДК) – предельно или ориентировочно допустимая концентрация валового содержания ТМ.

Для оценки санитарно-гигиенического состояния почвенного покрова, согласно МУ 2.1.7.730-99 [5], определены коэффициенты концентрации K_c и суммарные коэффициенты загрязнения Z_c по формулам:

$$K_c = C_i / C_{fi}, \text{ где}$$

C_i – фактическое содержание определяемого вещества в почве, C_{fi} – региональное фоновое содержание вещества.

$$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n-1), \text{ где}$$

n – число определяемых суммируемых веществ; K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Значения региональных фоновых содержаний ТМ приняты по работе [6] и составляют: As – 2,5 мг/кг, Cu – 17 мг/кг, Pb – 8,3 мг/кг, Zn – 29 мг/кг, Ni – 26,9 мг/кг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Определенные концентрации ТМ в почвах территории Городского парка, расчеты коэффициентов опасности K_o , коэффициентов концен-

трации (K_c) ТМ и суммарных коэффициентов загрязнения почв (Z_c) иллюстрируются таблицей.

По мышьяку и свинцу почвенный покров всей территории парка загрязнен. При этом максимальные значения коэффициента опасности по данным элементам свойственны почвам в северо-восточной части территории. Большая часть почв на территории парка не обнаруживает загрязнения цинком, исключение составляет относительно небольшой участок территории на северо-востоке. По меди и никелю превышений нормативных показателей не выявлено.

Полученные данные положены в основу построения схемы площадного распределения значений суммарного показателя загрязнения Z_c (рис.).

Для оценки степени химического загрязнения почв по суммарному коэффициенту загрязнения используются следующие категории [9]: <16 – допустимое загрязнение, 16-32 – умеренно-опасное, 32-128 – опасное, >128 – чрезвычайно опасное.

Анализ площадного распределения значений суммарного показателя загрязнения свидетельствует об опасном химическом загрязнении почвенного покрова северо-восточной части парка. Почвы с умеренно-опасным загрязнением образуют сплошной контур в южной и западной частях парка, а также локальные участки в его восточной, центральной и северной частях. Допустимый уровень загрязнения выявлен в северо-западной и центральной частях парка.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено загрязнение почв территории «Городского парка культуры и отдыха» г. Саратова по валовому содержанию ТМ и мышьяка. Ряд геохимических элементов по концентрациям выглядит следующим образом: $Zn > Pb > Ni > Cu > As$, а по превышению над ПДК $As > Pb > Zn > Ni > Cu$. Анализ площадного распределения значений коэффициента опасности показал, что почвенный покров на всей территории загрязнен по мышьяку и свинцу. Загрязнение почв цинком обнаружено в северо-восточной части парка. По меди и никелю превышений нормативных показателей не выявлено.

2. По суммарному показателю загрязнения ТМ и мышьяком почвенный покров парка относится к категориям от допустимого до опасного загрязнения. Опасное загрязнение фиксируется в северо-восточной части парка.

3. Геоэкологическое состояние почв важнейшей рекреационной зоны города по загрязнению ТМ и мышьяком оценивается как неудовлетворительное. Вывод сам по себе очень тревожный и для его подтверждения требуется постановка дополнительных специальных исследований. Из потенциальных источников почти повсемест-

Таблица. Результаты определений концентраций ТМ и мышьяка (мг/кг) и расчетов санитарно-гигиенических показателей

Точки опробования		Определяемый элемент					Zc
		As	Cu	Pb	Zn	Ni	
1	C	19,59	38,22	91,63	166,0	56,80	24,96
	Ko	9,80	0,29	2,86	0,75	0,71	
	Kc	7,84	2,25	11,04	5,72	2,11	
2	C	22,17	45,58	107,80	168,5	56,43	28,45
	Ko	11,09	0,35	3,37	0,77	0,71	
	Kc	8,87	2,68	12,99	5,81	2,10	
3	C	15,64	31,30	64,59	135,7	52,40	18,51
	Ko	7,82	0,24	2,02	0,62	0,66	
	Kc	6,26	1,84	7,78	4,68	1,95	
4	C	22,75	36,59	115,80	237,4	55,06	31,44
	Ko	11,38	0,27	3,62	1,08	0,69	
	Kc	9,10	2,15	13,95	8,19	2,05	
5	C	21,23	42,02	95,31	160,1	55,19	26,01
	Ko	10,62	0,32	2,98	0,73	0,69	
	Kc	8,49	2,47	11,48	5,52	2,05	
6	C	47,12	27,35	294,30	333,4	48,25	65,21
	Ko	23,56	0,21	9,20	1,52	0,60	
	Kc	18,85	1,61	35,46	11,50	1,79	
7	C	26,61	21,04	147,80	696,4	52,76	51,66
	Ko	13,31	0,16	4,62	3,17	0,66	
	Kc	10,64	1,24	17,81	24,01	1,96	
8	C	36,04	44,62	211,80	1430,0	65,59	90,31
	Ko	18,02	0,34	6,62	6,50	0,82	
	Kc	14,42	2,62	25,52	49,31	2,44	
9	C	26,56	43,06	137,0	545,8	59,18	46,68
	Ko	13,28	0,33	4,28	2,48	0,74	
	Kc	10,62	2,53	16,51	18,82	2,20	
10	C	21,37	46,06	102,60	239,8	66,54	30,36
	Ko	10,69	0,35	3,21	1,09	0,83	
	Kc	8,55	2,71	12,36	8,27	2,47	
11	C	15,40	23,56	57,53	100,0	56,24	16,02
	Ko	7,7	0,18	1,80	0,45	0,70	
	Kc	6,16	1,39	6,93	3,45	2,09	
12	C	13,45	47,10	45,58	103,0	59,13	15,39
	Ko	6,73	0,36	1,42	0,47	0,74	
	Kc	5,38	2,77	5,49	3,55	2,20	
13	C	13,18	42,23	41,97	109,6	59,54	14,80
	Ko	6,59	0,32	1,31	0,50	0,74	
	Kc	5,27	2,48	5,06	3,78	2,21	
14	C	15,69	22,03	67,64	119,0	54,90	17,87
	Ko	7,85	0,17	2,11	0,54	0,69	
	Kc	6,28	1,30	8,15	4,10	2,04	
15	C	15,26	21,56	57,13	120,1	46,93	16,13
	Ko	7,63	0,16	1,78	0,55	0,59	
	Kc	6,10	1,27	6,88	4,14	1,74	
16	C	21,96	16,81	83,74	118,9	49,99	21,82
	Ko	10,98	0,13	2,62	0,54	0,62	
	Kc	8,78	0,99	10,09	4,10	1,86	
17	C	12,92	26,95	42,39	77,0	42,36	12,1
	Ko	6,46	0,20	1,32	0,35	0,53	
	Kc	5,17	1,59	5,11	2,66	1,57	

Таблица. Результаты определений концентраций ТМ и мышьяка (мг/кг) и расчетов санитарно-гигиенических показателей (окончание)

18	С	21,78	36,29	110,70	136,5	54,85	26,93
	К _о	10,89	0,27	3,46	0,62	0,69	
	К _с	8,71	2,13	13,34	4,71	2,04	
19	С	15,64	43,59	62,30	206,0	56,87	21,54
	К _о	7,82	0,33	1,95	0,94	0,71	
	К _с	6,26	2,56	7,51	7,10	2,11	
20	С	20,41	40,01	95,12	190,7	64,20	26,94
	К _о	10,21	0,30	2,97	0,87	0,80	
	К _с	8,16	2,35	11,46	6,58	2,39	
ПДК [7]		2	–	32	–	–	
ОДК [8]		–	132	–	220	80	
Региональный фон Сф [6]		2,5	17	8,3	29	26,9	

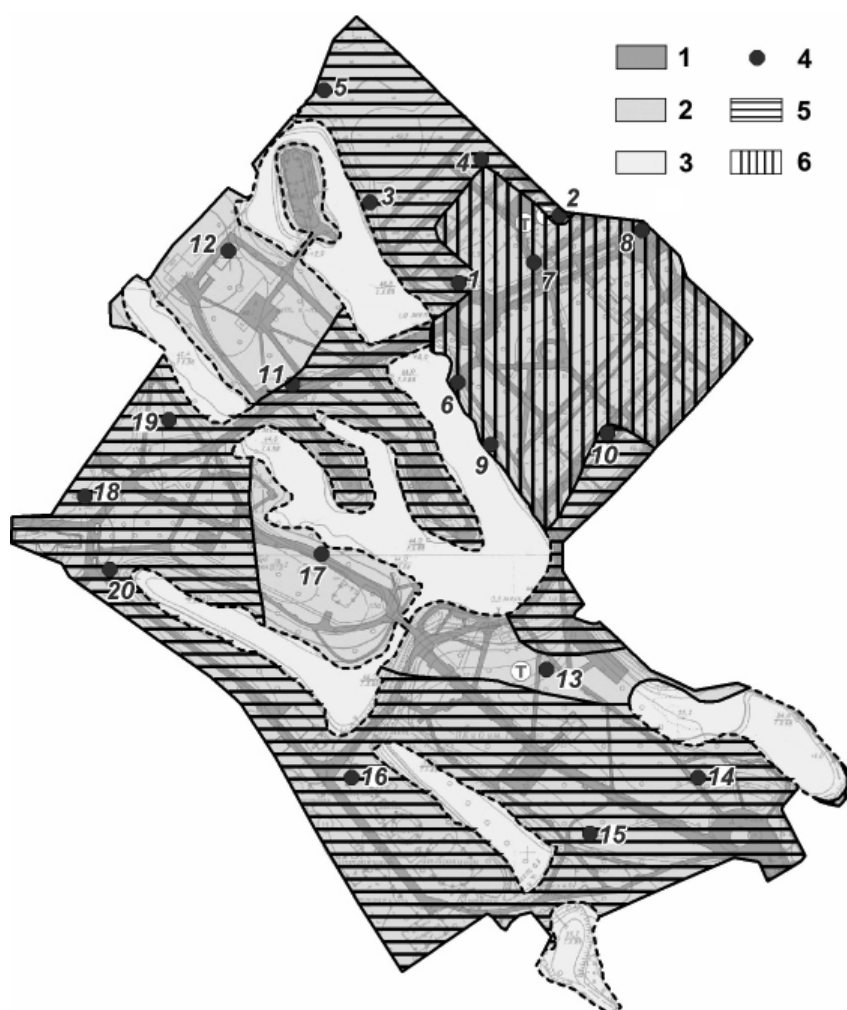


Рис. Схема площадного распределения значений суммарного коэффициента загрязнения (Z_c) почв (составлено на основе основного чертежа планировки территории района ГПКиО [10]):

- 1 – зона зеленых насаждений общего пользования,
 2 – зона особо охраняемых природных территорий, 3 – пруды, 4 – точки опробования.
 Категории загрязнения: не заштрихованы участки с допустимым загрязнением,
 5 – умеренно-опасная, 6 – опасная.

ного загрязнения почвенного покрова парка ТМ можно предполагать воздействие выбросов загрязнителей от расположенного в нескольких сотнях метров к юго-востоку от границ парка

крупного предприятия «Саратовский завод приборных устройств». Установление источников загрязнения почв мышьяком требует специальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрорезерваты, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / ред. В.З.Макаров. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. – 300 с.
2. Кравцов, С.З. Экологический потенциал зеленых насаждений г. Саратова / С.З.Кравцов, В.В.Наташкин, А.И. Попов и др. – Саратов: Адонис, 2004. – 100 с.
3. Саратов: комплексный геоэкологический анализ / под ред. А.В.Иванова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. – 248 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.
5. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 38 с.
6. Решетников, М.В. Магнитная индикация почв городских территорий (на примере г. Саратова) / М.В.Решетников. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2011. – 152 с.
7. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
8. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 10 с.
9. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 19 с.
10. Постановление администрации муниципального образования «Город Саратов» от 5 марта 2012 года № 283 «Об утверждении проекта планировки территории района городского парка культуры и отдыха им. А.М. Горького, ограниченного ул. им. Чернышевского Н.Г., 3-м Дегтярным проездом, Дегтярной площадью, ул. Дегтярной, 1-м Станционным проездом до территории дорожной клинической больницы, включая территорию городского парка культуры и отдыха им. А.М. Горького, 4-м Вакуровским проездом, ул. им. Симбирцева В.Н., ул. 2-й Садовой в Октябрьском районе г. Саратова» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Кодекс». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/977105810> (дата обращения 15.01.2016).

HEAVY METALS IN SOILS IN THE TERRITORY OF THE NATURAL SANCTUARY «THE SARATOV CITY RECREATION PARK»

© 2016 E.V. Prokofeva, V.N. Eremin, M.V. Reshetnikov, A.S. Sheshnev

Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky

Results of research of concentration of heavy metals (Zn, Pb, Cu, Ni) and arsenic in a soil cover in the territory of a nature sanctuary «A Saratov city recreation park» are given. The assessment of a sanitary and hygienic condition of soils and degree of danger of pollution is executed. Despite long functioning of the studied territory as a recreational zone, data on pollution of its soil cover by heavy metals are received for the first time.

Keywords: soil, pollution, heavy metals, Saratov.

Ekaterina Prokofeva, Graduate Student.

E-mail: keti_@mail.ru

Vitaliy Eremin, Candidate of Geology and Mineralogy, Head at the of General Geology and Minerals Department.

E-mail: ereminvit@gmail.com

Mikhail Reshetnikov, Candidate of Geography, Head at the Laboratory of Geoecology. E-mail: rmv85@list.ru

Aleksander Sheshnev, Candidate of Geography, Leading Engineer at the Laboratory of Geoecology.

E-mail: sheshnev@inbox.ru