



УДК 631.41 : 614.76

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА ГОРОДА ВОЛЬСКА

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

Шешнёв Александр Сергеевич, кандидат географических наук, ведущий инженер лаборатории геоэкологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, sheshnev@inbox.ru

Ерёмин Виталий Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой общей геологии и полезных ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, ereminvit@gmail.com

Прокофьева Екатерина Владимировна, аспирант кафедры общей геологии и полезных ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, keti__@mail.ru

Решетников Михаил Владимирович, кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоэкологии, доцент кафедры петрологии и прикладной геологии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, rnv85@list.ru

Исследован почвенный покров на территории рекреационной зоны «Городской парк», расположенной в центральной части города Вольска Саратовской области. По результатам анализа концентраций подвижных форм тяжелых металлов выполнена оценка современного санитарно-гигиенического и эколого-геохимического состояния почв. Установлено превышение предельно допустимых концентраций по никелю, меди и цинку.

Ключевые слова: почва, загрязнение, тяжелые металлы, Вольск.

The Content of Mobile Forms of Heavy Metals in a Soil Cover of the City Park of Volsk Town

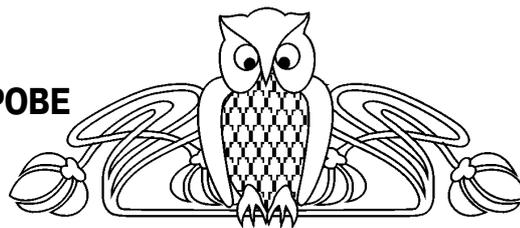
**A. S. Sheshnev, V. N. Eremin, E. V. Prokofeva,
M. V. Reshetnikov**

Aleksandr S. Sheshnev, ORCID 0000-0003-3566-8652, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, sheshnev@inbox.ru

Vitaliy N. Eremin, ORCID 0000-0001-5784-6777, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, ereminvit@gmail.com

Ekaterina V. Prokofieva, ORCID 0000-0003-4927-3280, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, keti__@mail.ru

Mikhail V. Reshetnikov, ORCID 0000-0001-8298-029X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, rnv85@list.ru



The soil cover in the territory of the recreational zone «City Park» located in the central part of the Volsk town of the Saratov region is investigated. The assessment of a current sanitary and hygienic and ecological and geochemical state of soils is executed by results of the analysis of concentration of mobile forms of heavy metals. Excess of threshold limit values on nickel, copper and zinc is established.

Key words: soil, pollution, heavy metals, Volsk.

DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-62-69

Введение

Город Вольск расположен в северной части Правобережья Саратовской области. Городской парк Вольска находится в центральной части города и ограничен на западе ул. Максима Горького, на севере территорией Вольского филиала Военной академии материально-технического обеспечения (ВФ ВАМТО), на востоке и юге ул. Красногвардейской с индивидуальной малоэтажной жилой застройкой (рис. 1).

На рубеже XVIII–XIX вв. за городской чертой Вольска купец А. П. Сапожников обустраивает собственную усадьбу, состоящую из двухэтажного кирпичного особняка и фруктового сада площадью около 6 га. В оранжерее произрастали деревья и кустарники, которые летом выставлялись в саду. В середине XIX в. усадьба переходит в собственность города, и с тех пор сад выполняет функции общедоступной рекреационной зоны.

В 2000 г. проведена реконструкция городского парка с детскими аттракционами на площади 7,8 га. В настоящее время официальное наименование городского парка – «Городской культурный центр». Он является структурным подразделением муниципального учреждения культуры «Централизованная клубная система» Вольского муниципального района. Отметим основные сведения из правового статуса территории.

В 1982 г. городской парк отнесен к числу государственных памятников природы местного значения. В качестве его характеристики приводятся данные о наличии 22 различных пород деревьев, в том числе можжевельника и дубов в возрасте 200 лет [1].

В 1991 г. был выделен памятник природы ботанической категории площадью 5 га с названием «Городской сад» [2]. Приведена следующая характеристика объекта: «Один из первых общественных садов прошлого – бывшее имение купца

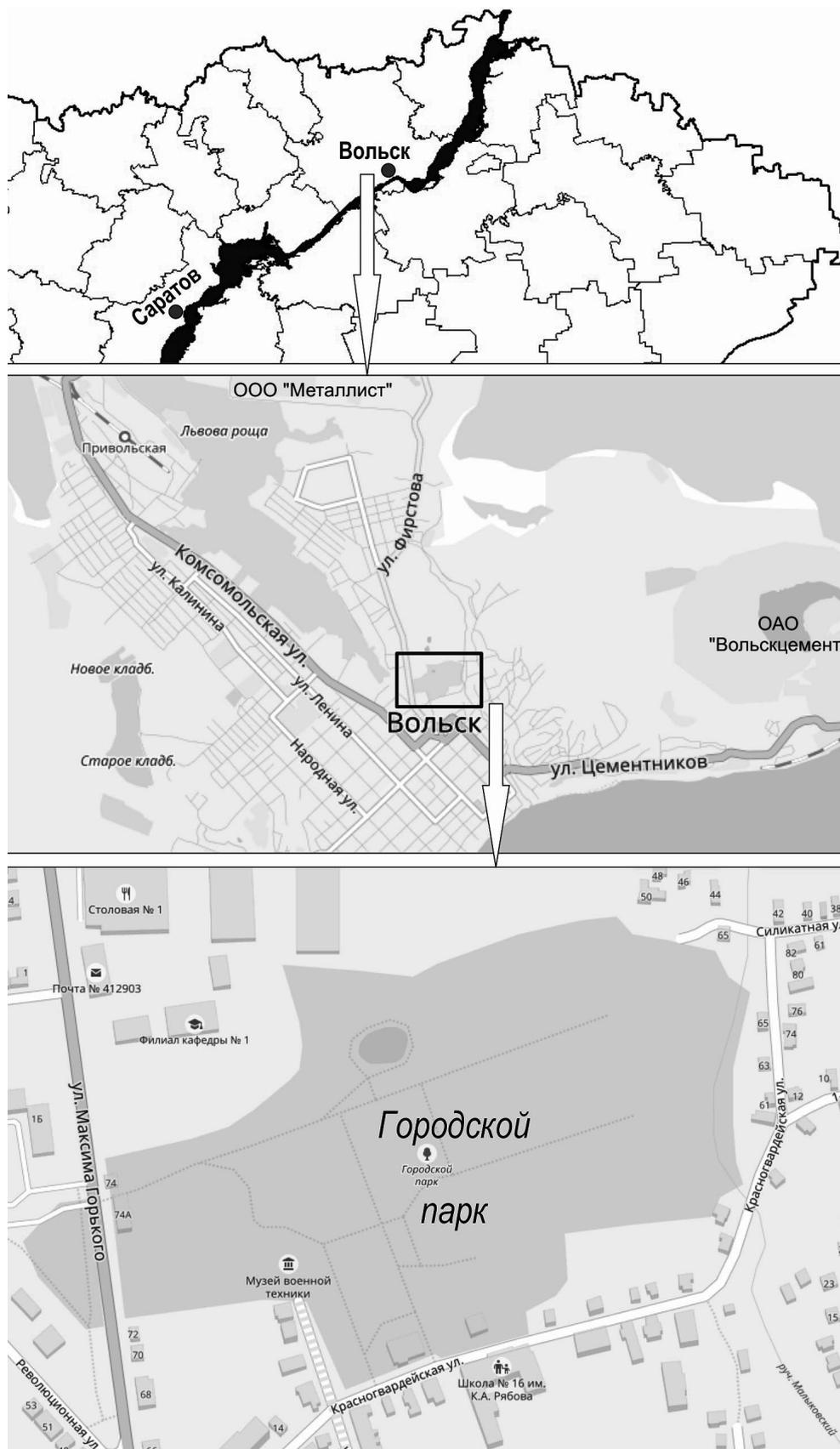


Рис. 1. Схема расположения территории Городского парка г. Вольска



Сапожникова. Единственный эталон усадебного комплекса в городе. Сохранился купеческий дом в стиле русского классицизма, отнесенный к памятникам истории и культуры. Парковая часть с р. Малыковкой дополняет усадебный комплекс и требует восстановления» [2, с. 13].

В постановлении Губернатора Саратовской области от 1997 г. городской парк в качестве памятника природы не упоминается [3]. Отсутствует объект и в перечне особо охраняемых природных территорий Саратовской области 2007 г. [4]. Таким образом, городской парк в качестве памятника природы местного значения существовал в течение 15 лет – в период 1982–1997 гг.

На современной схеме границ функциональных зон генерального плана муниципального образования «город Вольск Саратовской области» изучаемая территория относится к рекреационной зоне парков [5]. Площадь парка около 0,108 км². В конце 2016 г. разработан проект, а в апреле 2017 г. началась масштабная реконструкция городского парка.

В пределах парка расположены стадион, теннисный корт, парк аттракционов, музей военной техники и административно-хозяйственные постройки. Условно территорию можно разделить на две примерно равные части: западную, где расположены инфраструктурные объекты, и восточную, занятую древесно-кустарниковой растительностью. При этом древесно-кустарниковая растительность покрывает и западную часть парка, кроме стадиона, но имеет более разреженный характер из-за наличия построек и аттракционов. Древесный покров представлен достаточно давними насаждениями преимущественно клена и вяза.

Характеристика природных условий. Верхняя часть геологического разреза района городского парка сложена верхнемеловыми отложениями – трещиноватыми, кавернозными зеленовато-серыми и серовато-белыми мергелями и трещиноватым желтовато-серым и белым песчистым мелом. Верхнемеловые отложения перекрыты чехлом четвертичных образований. Элювиально-делювиальные отложения, представленные суглинками, распространены на большей части парка. Аллювиальные супеси и суглинки распространены на прирусловых участках; там же развиты техногенно-аллювиальные (аналог природных озерно-аллювиальных) образования, сформированные в период зарегулирования русел водотоков плотинами. На отдельных участках при планировке рельефа образованы маломощные антропогенные грунты.

В геоморфологическом отношении территория расположена на северо-западе «Вольского амфитеатра» – крупной котловины восточного макросклона Приволжской возвышенности, ограниченной водораздельными поверхностями и высотами и открывающейся в сторону Волги. Городской парк расположен в пределах водосбор-

ной площади р. Верхняя Малыковка, впадающей в Волгу в городской черте. Гидрографическая сеть представлена прудом, который расположен в северной части парка, и водотоками природно-техногенного характера.

Общий уклон рельефа с запада на восток, к долине р. Верхняя Малыковка, и составляет 3,5%, что соответствует крутизне склона около 2°. Гипсометрические отметки территории изменяются от 52 м у северо-западной границы парка до 36 м у его юго-восточного окончания.

Временный водоток выходит из коллектора, перпендикулярного ул. М. Горького, у западных границ парка, следует на юг, а далее на восток, огибая стадион, уходит в подземный коллектор на участке музея военной техники, а затем продолжается до юго-восточной части парка. В нижней части водоток подтапливает и заболачивает территорию, что подчеркивается влаголюбивой растительностью. Для ликвидации заболачивания в юго-восточной части парка следует провести обустройство временного водотока.

Постоянный водоток выходит на севере изучаемой территории из коллектора с территории ВФ ВАМТО и направляется на юго-восток и юг, следуя параллельно границам парка. За пределами юго-восточного окончания парка водоток впадает в основное русло малой р. Верхняя Малыковка, воды которой загрязнены по ряду компонентов [6]. Через водоток перекинуты два мостика.

Вольск расположен в южной части лесостепной зоны Приволжской возвышенности. Лесостепной облик территории связан с повышенным гипсометрическим положением и почвами грубого механического состава, благоприятствующими произрастанию лесов. Согласно ландшафтному районированию Саратовского Правобережья [7] исследуемая территория относится к следующим таксономическим ландшафтными единицам: ландшафтная провинция – Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная, подзона – южная лесостепь, район – Волго-Терешкинский, ландшафт – Терсинско-Новояблонский.

Современная ландшафтная структура горпарка во многом унаследована с начала XIX в. Сады с измененным видовым составом сохранились до настоящего времени.

Для территории г. Вольска характерны различные модификации черноземных почв. Наибольшее распространение имеют черноземы обыкновенные карбонатные глинистого и тяжелосуглинистого механического состава [8]. Кроме почв естественного сложения, развитых на большей части территории парка, имеются отдельные участки антропогенно-модифицированных почв. Повышенное уплотнение почв характерно для участков околотропиночной сети. Вдоль северо-западной и северной границ парка почвы нередко замусорены. У восточных границ естественное сложение почв нарушено многочисленными следами проезда автотехники.



Методы исследований. Эколого-геохимические исследования почвенного покрова на территории Вольска проведены в работах М. В. Кудина [9] и М. В. Решетникова с соавторами [10].

На территории городского парка согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 [11] выполнено геоэкологичес-

кое опробование почв с глубин 0–20 см. Заложено 20 площадок размером 5×5 м по равномерной сетке для выявления общей структуры геохимического поля почвенного покрова (рис. 2). Следует обратить внимание, что опробование выполнено нами в сентябре 2016 г., непосредственно перед началом работ по реконструкции парка.

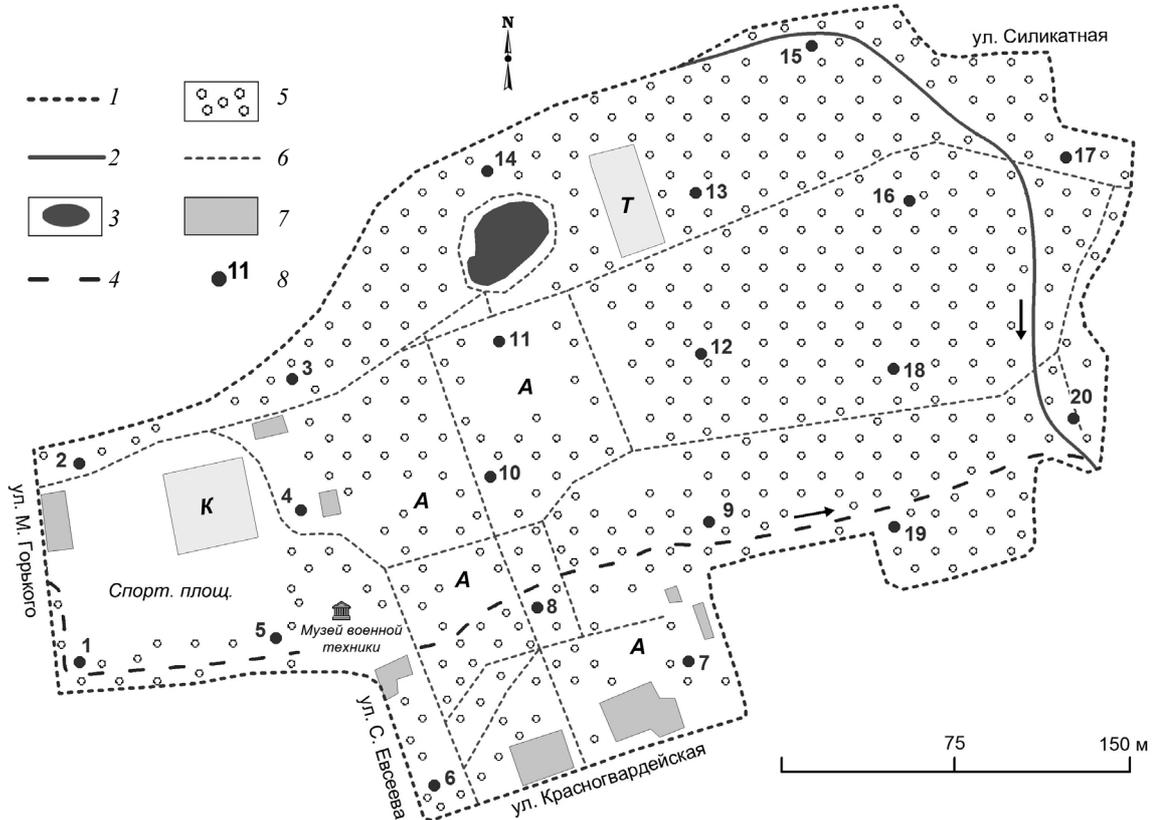


Рис. 2. Схема расположения площадок опробования почв на территории городского парка г. Вольска: 1 – границы парка; 2 – постоянный водоток; 3 – пруд; 4 – временный водоток; 5 – древесно-кустарниковая растительность; 6 – тропинопная сеть; 7 – здания; 8 – площадки опробования почв; А – аттракционы; К – теннисный корт; Т – танцевальная площадка

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2АТ» исследованы концентрации подвижных форм тяжелых металлов в почве, относящиеся к элементам I класса опасности: кадмия (Cd), свинца (Pb), цинка (Zn); II класса опасности: меди (Cu), никеля (Ni), хрома (Cr). Подвижные формы извлекались из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8. Определение содержания подвижных форм позволяет оценить опасность тяжелых металлов в трофических цепочках растения–животные–человек.

Поэлементная оценка степени химического загрязнения почвы по содержанию подвижных форм тяжелых металлов выполнена согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 [12]. Данными требованиями к почвам для неорганических веществ I (Cd, Pb, Zn) и II (Cr, Cu, Ni) классов опасности выделяются следующие категории загрязне-

ния: допустимая – содержание вещества менее предельно допустимой концентрации (ПДК), опасная – от ПДК до K_{max} , чрезвычайно опасная – выше K_{max} . ПДК приняты в соответствии с действующими нормативами [13]. K_{max} – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности, установленных в МУ 2.1.7.730-99 [14].

Результаты и их обсуждение

В результате лабораторных работ определены концентрации подвижных форм тяжелых металлов (табл. 1).

Кадмий. Содержание кадмия находится в пределах нормативов, предлагаемых в литературных источниках: 0,5...1 мг/кг [15–18]. Только по площадке опробования № 13 при наиболее



Таблица 1

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах на территории горпарка г. Вольска, мг/кг

Номер образца	Cd	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn
1	0,27	1,91	4,24	13,09	6,36	69,14
2	0,13	1,12	4,32	5,75	2,32	56,17
3	0,41	1,26	1,89	3,73	11,18	420,54
4	0,33	2,06	3,03	10,28	11,17	60,01
5	0,21	1,71	1,78	8,57	12,32	30,02
6	0,48	1,97	4,58	10,71	11,56	80,32
7	0,37	1,11	3,95	9,18	6,49	59,30
8	0,23	1,92	1,50	7,08	11,09	28,74
9	0,34	0,68	2,15	4,91	17,56	50,04
10	0,29	0,88	2,79	5,85	15,36	63,79
11	0,43	1,76	2,78	6,13	12,69	92,35
12	0,25	1,42	1,79	7,64	13,05	54,50
13	0,55	2,04	2,83	11,99	9,42	114,54
14	0,13	0,75	0,72	3,45	5,56	21,42
15	0,30	1,41	1,87	8,25	14,78	32,97
16	0,35	1,79	2,13	18,90	16,68	363,13
17	0,40	1,53	2,08	6,74	24,83	33,91
18	0,36	1,94	2,13	10,69	16,57	53,44
19	0,37	1,84	2,50	9,01	21,79	51,54
20	0,32	1,67	1,90	9,26	12,36	47,19
ПДК	0,5–1*	6	6	3	4	23
Kmax	–	6	–	72	14	200

*Норматив ПДК для подвижных форм кадмия не установлен. Приводится по: [15–18].

жестком ПДК, равном 0,5 мг/кг, обнаруживается его незначительное превышение.

Хром и свинец. Концентрации хрома и свинца по всем площадкам опробования не превышают ПДК. Почвы относятся к допустимой категории загрязнения.

Медь. Концентрации изменяются в пределах 3,45–18,9 мг/кг. Все почвы на территории городского парка относятся к опасной категории загрязнения.

Никель. Выделяются три категории загрязнения: допустимая – локально вокруг площадки опробования № 2; опасная – площадная зона в западной и центральной частях парка и локально у площадки № 20; чрезвычайно опасная – площадная зона в восточной части. Наибольшее загрязнение характерно для восточной части парка с наименьшей антропогенной нагрузкой, покрытой древесной растительностью (рис. 3).

Цинк. Выделяются три категории загрязнения: допустимая – локально около площадки опробования № 14; опасная – обширная площадная зона на большей части парка; чрезвычайно опасная – локально в районе площадок № 3 и № 16 (рис. 4).

Для почв исследуемой территории элементарный геохимический ряд по концентрации подвижных форм тяжелых металлов имеет вид $Zn > Ni > Cu > Pb > Cr > Cd$.

Эколого-геохимические данные о концентрациях подвижных форм тяжелых металлов подвергнуты корреляционному анализу, результаты которого отражены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа

Химический элемент	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Cd	1	0,43	0,32	0,37	0,26	0,33
Cr		1	0,64	0,13	0,20	0,04
Cu			1	0,09	0,29	0,26
Ni				1	-0,36	0,03
Pb					1	-0,06
Zn						1

$n=20$ $p=0,01$ $r=0,53$

Анализ указывает на наличие значимой корреляционной связи лишь в системе Cr–Cu с коэффициентом 0,64.

Основным механизмом поступления тяжелых металлов в почвы парка выступает аэрогенная миграция от источников загрязнения – промышленных производств и в меньшей степени автотранспорта. К северу от территории исследований на расстоянии 2,5 км расположено предприятие

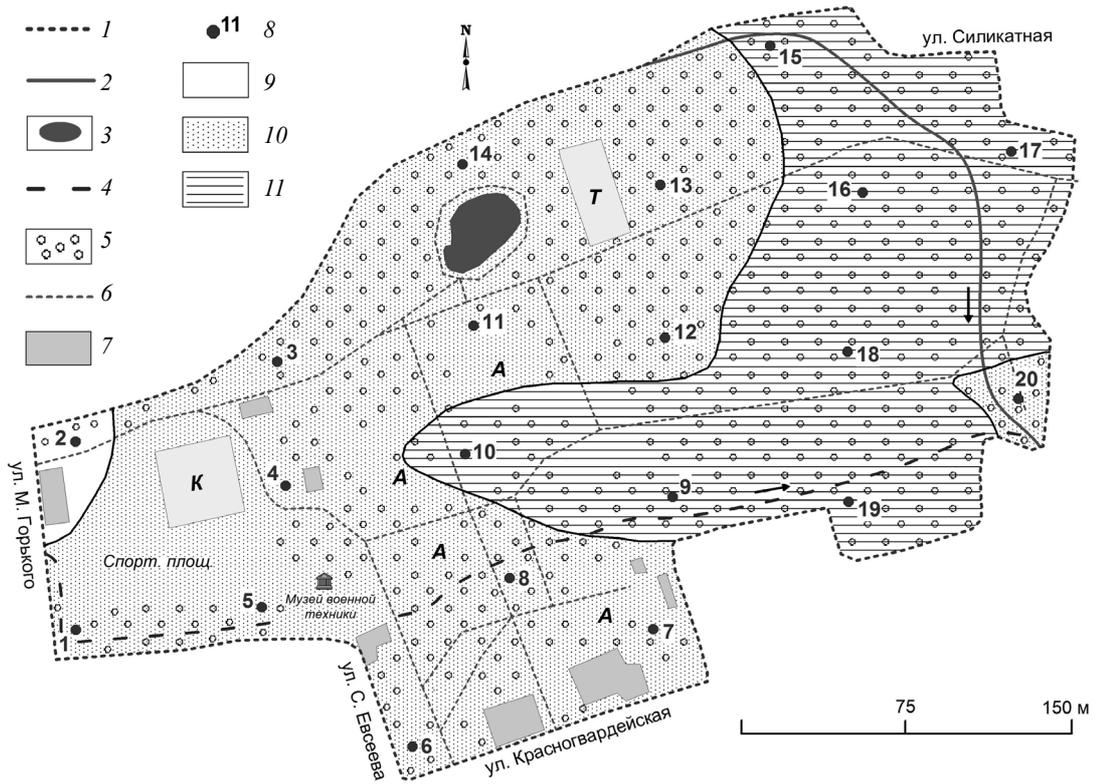


Рис. 3. Загрязнение почв никелем в подвижных формах на территории городского парка: А – аттракционы; К – теннисный корт; Т – танцевальная площадка; 1 – границы парка; 2 – постоянный водоток; 3 – пруд; 4 – временный водоток; 5 – древесно-кустарниковая растительность; 6 – тропинопная сеть; 7 – здания; 8 – площадки опробования почв; категории загрязнения: 9 – допустимая; 10 – опасная; 11 – чрезвычайно опасная

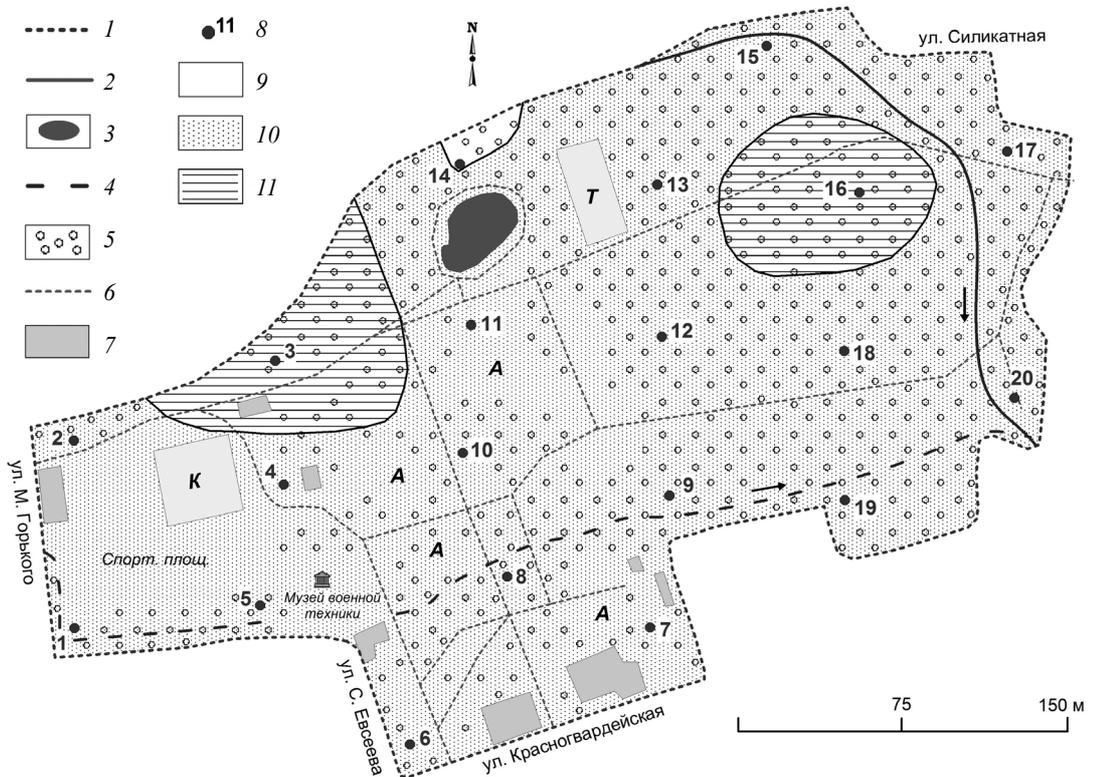


Рис. 4. Загрязнение почв цинком в подвижных формах на территории городского парка. Условные обозначения см. рис. 3



металлообработки ООО «Металлист», в 1,9 км к востоку – цементный завод ОАО «Вольскцемент» (см. рис. 1). Пылевые выбросы подобных производств служат источником поступления в окружающую среду, в том числе в почвы, значительных объемов свинца, цинка, кадмия, меди и других тяжелых металлов в высоких концентрациях [19–21].

Выводы

1. Городской парк как основная рекреационная зона г. Вольска достоин возобновления статуса регионального или местного памятника природы, учитывая ландшафтные и ботанические особенности его территории.

2. Для почв исследуемой территории по концентрации подвижных форм тяжелых металлов элементарный геохимический ряд имеет вид $Zn > Ni > Cu > Pb > Cr > Cd$.

3. По санитарно-эпидемиологическим показателям установлено превышение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах над предельно допустимыми концентрациями для трех элементов – цинка, никеля и меди. По меди почвы на территории городского парка повсеместно относятся к опасной категории загрязнения, по никелю и цинку выделяются категории загрязнения от допустимой до чрезвычайно опасной. Источником деponирующего загрязнения почв могут являться многолетние выбросы веществ в атмосферу предприятия металлообработки ООО «Металлист» и цементного завода ОАО «Вольскцемент». Необходимо разработать комплекс мероприятий по санации почв в пределах зон опасного и чрезвычайно опасного загрязнения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-77-10040).

Библиографический список

1. Об утверждении перечня государственных памятников природы местного значения : решение исполнительного комитета Саратовского областного Совета народных депутатов от 15.07.1982 № 342. Саратов, 1982. 13 с. URL: <http://oort.aari.ru/docРешение-исполнительного-комитета-Саратовского-областного-Совета-народных-депутатов-от-15071982-№> (дата обращения: 29.09.2017).
2. Об утверждении перечня государственных памятников природы местного значения : Решение исполнительного комитета Саратовского областного Совета народных депутатов от 27.12.1991 № 328. Саратов, 1991. 28 с. URL: <http://oort.aari.ru/docРешение-исполнительного-комитета-Саратовского-областного-Совета-народных-депутатов-от-27121991-№> (дата обращения: 29.09.2017).
3. Постановление Губернатора Саратовской области от 21.04.1997 г. № 321 «Об утверждении перечня Памятников природы регионального значения в Саратовской области» (в ред. Постановления Губернатора Саратовской области от 21.10.2005 № 251, с изм., внесенными Постановлением Губернатора Саратовской области от 19.08.1997 № 665). Саратов, 1997. URL: http://oort.aari.ru/system/files/documents/...Saratovskoy-oblasti/N321_21-04-1997_0.pdf (дата обращения: 29.09.2017).
4. Особо охраняемые природные территории Саратовской области : национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / науч. ред. В. З. Макаров. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 300 с.
5. Генеральный план МО город Вольск Саратовской области. Схема границ функциональных зон. Ростов н/Д : Южный градостроительный центр, 2010. URL: <http://minstroy.saratov.gov.ru/upload/iblock/684/Схема%20границ%20функциональных%20зон%2010000.jpg> (дата обращения: 26.10.2017).
6. Воронина М. К., Шешнёв А. С. Геоэкологическое состояние долины реки Верхней Малыковки // Недра Поволжья и Прикаспия. 2010. Вып. 62. С. 76–84.
7. Макаров В. З., Пичугина Н. В. Ландшафтное районирование Саратовского Правобережья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 13–16.
8. Почвенная карта Саратовской области // Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов : Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Саратовской области, 1996. 1 л.
9. Кудин М. В. Экогеохимическая характеристика региона с развитой цементной промышленностью // Саратов. науч.-мед. журн. 2011. Т. 7, № 1. С. 26–30.
10. Решетников М. В., Гейджер Д. Ф., Лазарева В. Ф., Шешнёв А. С. Эколого-геохимические исследования почв и оценка запыленности на территории г. Вольска (в зоне влияния ОАО «Вольскцемент») // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2011. Т. 11, вып. 1. С. 51–57.
11. 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.
12. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 19 с.
13. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
14. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест : метод. указания. М. : Федер. центр Госкомсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 38 с.
15. Потапов А. Д., Сенющенко И. М. Геохимические исследования городских окражно-балочных территорий (на примере г. Брянск) // Геоэкология. 2010. № 3. С. 213–222.
16. Васильев А. А., Романова А. В. Железо и тяжелые металлы в аллювиальных почвах Среднего Предуралья. Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2014. 231 с.
17. Шигабаева Г. Н. Оценка содержания различных форм тяжелых металлов в почвах Тюменского заказника // Вестн. Тюм. гос. ун-та. Экология и природопользование. 2015. Т. 1, № 4. С. 115–122.



18. Байкалова Т. В., Байкалов П. С., Коротченко И. С. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове, листьях березы под воздействием промышленности г. Красноярска // Вестн. КрасГАУ. 2017. № 5. С. 123–130.

19. Заридзе М. Г. Эколого-геологическая оценка воздействия комплексов по добыче и переработке карбонатного сырья на природную окружающую среду (на примере Центральной России) : дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Воронеж, 2014. 194 с.

20. Казакова Н. А. Экологическая оценка состояния почвенно-растительного покрова в зоне техногенного загрязнения (на примере Ульяновского цементного завода) : дис. ... канд. биол. наук. Ульяновск, 2014. 145 с.

21. Федоров Ю. Н., Кудин М. В. Гигиеническая оценка атмосферы в экологически дестабилизированном районе цементной промышленности // Перм. мед. журн. 2010. Т. 27, № 6. С. 105–110.

Образец для цитирования:

Шешнёв А. С., Ерёмин В. Н., Прокофьева Е. В., Решетников М. В. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове городского парка города Вольска // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 62–69. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-62-69.

Cite this article as:

Sheshnev A. S., Eremin V. N., Prokofeva E. V., Reshetnikov M. V. The Content of Mobile Forms of Heavy Metals in a Soil Cover of the City Park of Volsk Town. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 1, pp. 62–69 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-1-62-69.
