

ГЕОЛОГИЯ

УДК 631.41:614.76

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах Ботанического сада Саратовского университета

В. Н. Ерёмин, А. С. Шешнёв, М. В. Решетников, О. В. Теслинова

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

Шешнёв Александр Сергеевич, кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоэкологии, доцент, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, sheshnev@inbox.ru

Решетников Михаил Владимирович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник отделения геологии НИИЕН, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, rmv85@list.ru

Теслинова Оксана Владимировна, аспирант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, OKST123@yandex.ru

Исследован почвенный покров на территории особо охраняемой природной территории «Ботанический сад Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского». По результатам анализа концентрации подвижных форм тяжелых металлов выполнена оценка современного санитарно-гигиенического и эколого-геохимического состояния почв. Установлено превышение предельно допустимой концентрации по никелю, меди и цинку.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, Ботанический сад, Саратов.

The Content of Mobile Forms of Heavy Metals in the Soils of the Botanical Garden of Saratov State University

V. N. Eremin, A. S. Sheshnev, M. V. Reshetnikov, O. V. Teslinova

Vitaliy N. Eremin, <https://orcid.org/0000-0001-5784-6777>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, ereminvit@gmail.com

Aleksandr S. Sheshnev, <https://orcid.org/0000-0003-3566-8652>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, sheshnev@inbox.ru

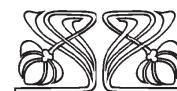
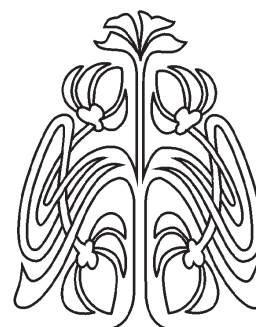
Mikhail V. Reshetnikov, <https://orcid.org/0000-0001-8298-029X>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, rmv85@list.ru

Oksana V. Teslinova, <https://orcid.org/0000-0003-4927-3280>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, OKST123@yandex.ru

The soil cover in the territory of the specially protected natural area «Botanical Garden of Saratov State University» is investigated. Based on the analysis of the concentration of mobile forms of heavy metals, the assessment of the current sanitary-hygienic and ecological-geochemical state of soils has been carried out. The excess of the maximum allowable concentration for nickel, copper and zinc has been established.

Keywords: soil, heavy metals, Botanical garden, Saratov.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-1-41-45>



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Введение

«Ботанический сад Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского» – особо охраняемая природная территория (ООПТ) регионального значения категории «Дендрологический парк и ботанический сад» ботанического профиля [1]. В действующем статусе находится с 15 июля 1982 г. Ботанический сад выполняет природоохранные, научные и учебно-просветительские функции. На территории ООПТ запрещены виды хозяйственной деятельности и природопользования, препятствующие сохранению, восстановлению и воспроизводству природных комплексов и их компонентов.

Общая площадь ООПТ составляет 20,7 га [2], в том числе дендрарий с остатками естественной дубравы – около 9 га. В коллекциях ботанического сада насчитывается в общей сложности более 1000 видов растений из природной флоры Саратовской области, сопредельных областей, республик бывшего СССР и зарубежных стран. Многие из них включены в список редких и охраняемых на региональном и федеральном уровне [3].

Территория ООПТ ограничена улицами Технической, Навашина и Геофизической. Южная граница сада частично совпадает с верховьем долины Глебучева оврага. Верховья оврага унычтожаются, до настоящего времени в них складываются строительные и прочие отходы и осуществляется их сжигание [4].

Геоморфологически территория располагается на нижней поверхности выравнивания Приволжской возвышенности с абсолютными отметками 120–150 м. От ул. Навашина отметки рельефа понижаются к югу – к верховью Глебучева оврага. До времени активного освоения левый склон оврага был расчленен промоинами и небольшими оврагами, которые активно засыпались. Фрагмент одного из оврагов разделяет две части ботанического сада.

Почвы относятся к культуроземам. Частично на участках засыпанных оврагов природные почвы заменены почвоподобными грунтами. В условиях г. Саратова, где загрязнение тяжелыми металлами фиксируется в течение ряда лет [5], анализ качества почв охраняемых природных территорий приобретает особое значение.

Методы исследований

На территории ботанического сада согласно ГОСТ 17.4.4.02–84 [6] выполнено геоэкологическое опробование почв с глубин 0–20 см. Заложено 30 площадок размером 5×5 м по равномерной сетке для выявления общей структуры геохимического поля почвенного покрова (рис. 1).

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2АТ» исследована концентрация подвижных форм тяжелых металлов в почве, отно-

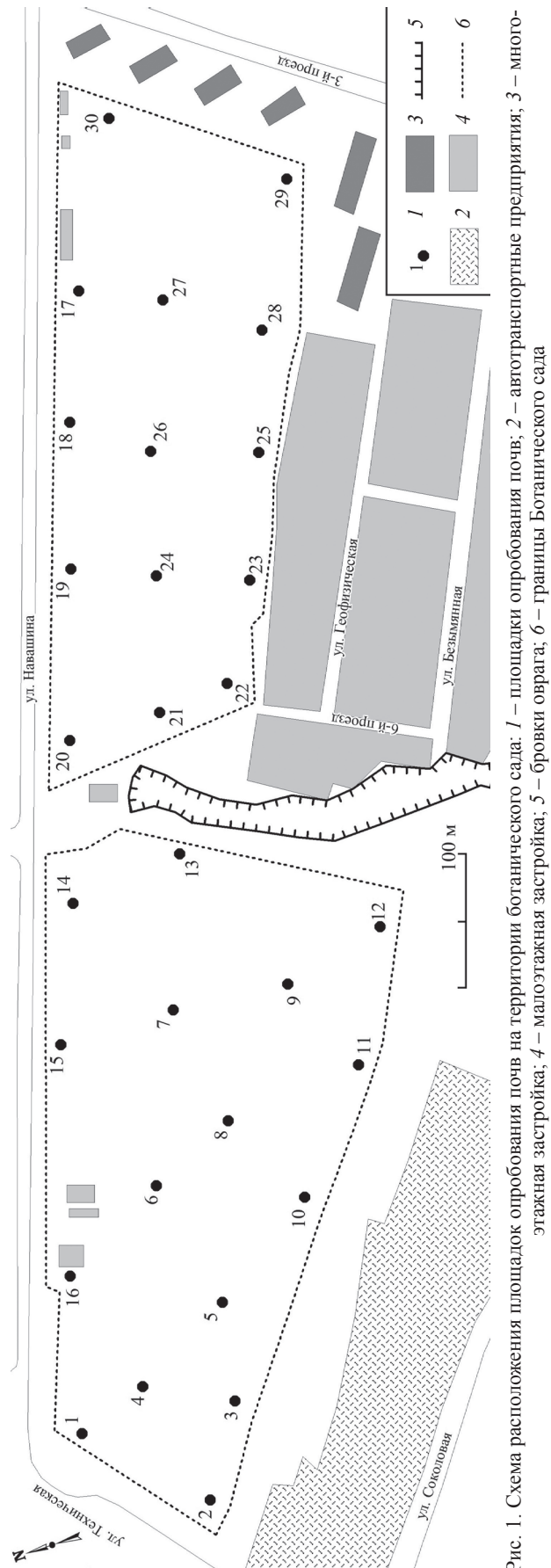


Рис. 1. Схема расположения площадок опробования почв на территории ботанического сада: 1 – площадки опробования почв; 2 – автогаражные предприятия; 3 – многоэтажная застройка; 4 – малоэтажная застройка; 5 – бровки оврага; 6 – границы Ботанического сада



сящихся 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 рН = 4,8. Для ботанического сада определение содержания подвижных форм наиболее важно, так как 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 [7]. Данными требованиями к почвам для неорганических веществ I класса (Cd, Pb, Zn) и II класса (Cr, Cu, Ni) опасности выделяются следующие категории загрязнения: 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 [8]. K_{max} – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности, установленных в МУ 2.1.7.730-99 [9].

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах на территории ботанического сада Саратовского университета, мг/кг

Номер образца	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	Ni
1	2,18	31,27	0,18	3,78	5,97	10,80
2	2,18	58,31	0,16	3,39	5,23	9,32
3	2,14	52,12	0,25	2,68	5,59	8,27
4	1,34	36,06	0,10	2,25	4,12	6,14
5	2,61	41,34	0,06	2,65	29,37	6,86
6	1,10	37,90	0,10	1,55	3,39	6,32
7	1,67	22,66	0,08	1,25	4,71	3,46
8	2,11	22,88	0,09	1,43	3,76	4,77
9	3,02	132,37	0,08	1,47	7,77	2,69
10	0,45	10,93	0,01	1,22	1,91	2,59
11	3,58	106,79	0,04	2,53	20	10,79
12	16,91	369,73	0,82	3,55	12,19	31,86
13	2,55	61,34	0,14	2,75	12,80	15,43
14	1,58	27,15	0,13	1,24	3,37	3,74
15	1,60	35,61	0,21	0,96	4,30	3,74
16	3,53	71,14	0,17	2,46	8,27	7,22
17	2,34	62,33	0,20	1,22	5,56	4,14
18	3,20	106,71	0,19	2,59	9,38	5,40
19	2,44	74,45	0,13	1,65	7,42	4,51
20	0,81	42,80	0,12	1,55	3,78	7,78
21	1,78	45,43	0,05	0,92	3,19	2,79
22	2,96	82,18	0,13	1,78	11,56	4,12
23	8,64	81,80	0,10	2,40	26,56	23,28
24	0,37	49,43	0,06	0,56	1,57	2,22
25	1,72	45,69	н.о.*	1,07	4,98	4,64
26	7,60	107,03	0,08	1,40	31,66	23,94
27	1,19	24,84	0,20	0,87	2,88	2,45
28	1,78	62,80	0,21	2,03	5,53	4,14
29	2,21	50,30	0,09	0,84	4,56	2,23
30	2,05	50,89	0,23	1,19	5,03	3,86
ПДК	6	23	0,5–1**	6	3	4
K_{max}	–	200	–	6	72	14

*Не определен, концентрация ниже порога чувствительности прибора;

**норматив ПДК для подвижных форм кадмия не установлен. Приводится осредненный по литературным источникам.



Результаты и их обсуждение

В результате лабораторных исследований определена концентрация подвижных форм тяжелых металлов (таблица).

Концентрация *кадмия и хрома* не превышает ПДК.

Концентрация *свинца* превышает нормативные значения по трем площадкам опробования – 12 (2,8 ПДК), 23 (1,4 ПДК) и 26 (1,3 ПДК).

Кроме трех площадок опробования, по которым загрязнение почв допустимое (10, 24, 27), повсеместно фиксируется опасное загрязнение *медью*.

По трем площадкам опробования содержание *цинка* ниже ПДК (7, 8, 10), по одной фиксируется чрезвычайно опасное загрязнение (12); остальные площадки характеризуются опасной категорией загрязнения.

Отмечается наиболее сложная структура геохимического поля по содержанию *никеля*, по которому выделены все три категории загрязнения (рис. 2).

Выводы

1. Территория ботанического сада Саратовского университета с запада и севера ограничена автодорогами с достаточно высокой интенсивностью движения. К загрязнению от выхлопов автотранспорта добавляются специфическое многолетнее воздействие частного сектора и воздушный перенос поллютантов от сжигания разнообразных отходов на пустырях между двумя участками сада.

2. В почвах на территории ботанического сада обнаружена превышающая нормативные значения концентрация подвижных форм цинка, никеля и меди. Подобная ситуация характерна для парковых зон городов Саратовского Правобережья [10].

3. Высокая концентрация ряда элементов на западном участке, примыкающем к левому отрогу Глубучева оврага, связана с техногенным воздействием. До середины 2000-х гг. территория была покрыта сетью грунтовых дорог, в нижней части склона отходами засыпались эрозионные формы. Участок с поверхности перекрыт слоем почвогрунта техногенного происхождения разной мощности, уплотненного, с обилием включений. Данный район требует благоустройства.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (проект МК-3355.2019.5).

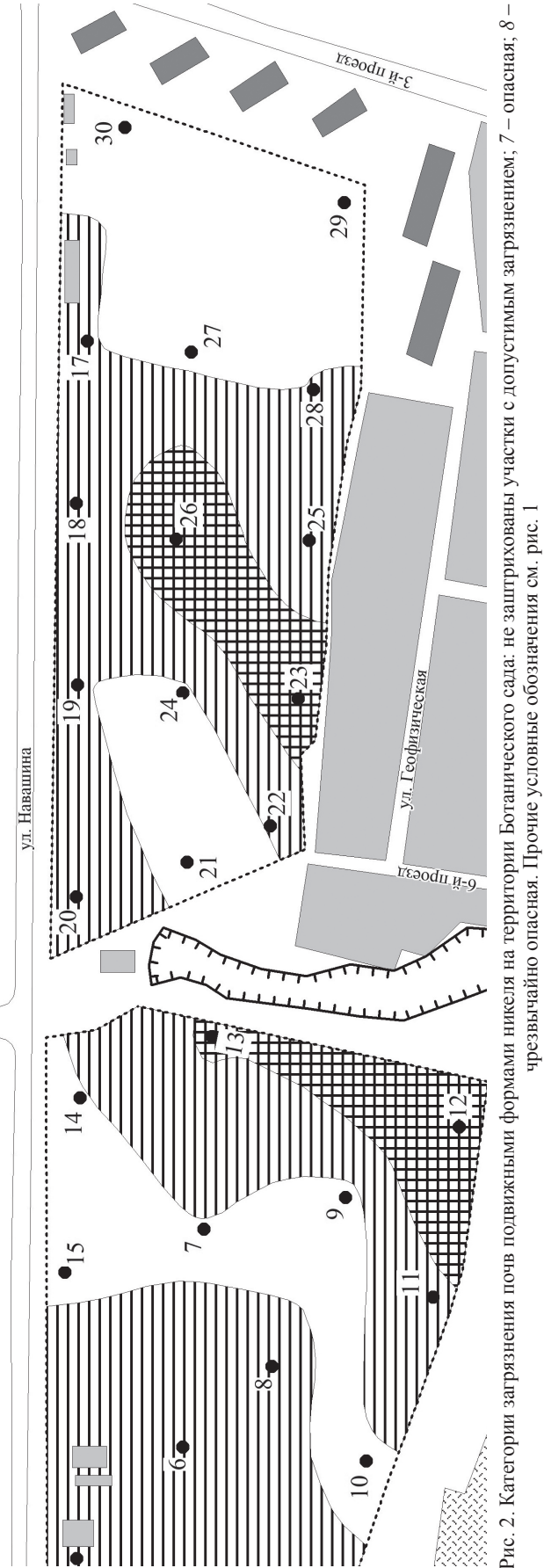


Рис. 2. Категории загрязнения почв подвижными формами никеля на территории Ботанического сада: не заштрихованы участки с допустимым загрязнением; 7 – опасная; 8 – чрезвычайно опасная. Прочие условные обозначения см. рис. 1



Библиографический список

1. 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 : Издательство Саратовского университета, 2007. 300 с.
2. Паспорт особо охраняемой природной территории регионального значения (ботанического сада) «Ботанический сад Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского» г. Саратова [Электронный ресурс]. URL: http://oort.aari.ru/sites/default/files/documents/N_01-01-2016_5.pdf (дата обращения: 20.05.2019).
3. Серова Л. А., Шилова И. В., Гладиллина Т. Ю., Демочко Ю. А., Петрова Н. А., Иванова Е. В. Охраняемые виды растений Саратовской области в коллекциях отдела флоры и растительности учебно-научного центра «Ботанический сад» // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2015. Т. 13. С. 107–120.
4. Шешнёв А. С. Антропогенные отложения и формы рельефа городских территорий: формирование, развитие, геоэкологическая роль (на примере Саратова). Саратов : Издательство Саратовского государственного технического университета, 2012. 287 с.
5. Балашова С. П., Самонов А. Е., Ерёмин В. Н., Молоствовский Э. А., Кононов В. А., Артемьев С. А. Тяжелые металлы в почвах урбанизированных территорий // Экология и промышленность России. 2001. № 3. С. 40–43.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М. : Издательство стандартов, 1985. 12 с.
7. 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.
8. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
9. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М. : Федеральный центр Госкомсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 38 с.
10. 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.

Образец для цитирования:

Ерёмин В. Н., Шешнёв А. С., Решетников М. В., Теслинова О. В. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах ботанического сада Саратовского университета // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 1. С. 41–45. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-1-41-45>

Cite this article as:

Eremyn V. N., Sheshnev A. S., Reshetnikov M. V., Teslinova O. V. The Content of Mobile Forms of Heavy Metals in the Soils of the Botanical Garden of Saratov State University. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 1, pp. 41–45 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-1-41-45>