

Санкт-Петербургский государственный университет

---

ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Сборник статей*



СКИФИЯ  
принт

Санкт-Петербург  
2024

**Редакционная коллегия:**Главный редактор: *Кошкин А.В.*Почетный член СНО СПбГУ, заместитель председателя СМП РАПН, аспирант кафедры  
Экономической теории и экономической политики СПбГУ**Редакторы:***Николаев В. О.* — Председатель СНО СПбГУ, студент 4 курса бакалавриата ОП “Экономика” СПбГУ  
*Горбунов П. Е.* — Заместитель председателя СНО СПбГУ, студент 4 курса бакалавриата ОП “Химия”  
СПбГУ*Банина Я. В.* — ответственный секретарь СНО СПбГУ, студентка 4 курса бакалавриата ОП:  
“Политология” СПбГУ*Манжосов Е. А.* — Председатель СНО кафедры Экономики предприятия, предприниматель-  
ства и инноваций Экономического факультета СПбГУ, студент 4 курса бакалавриата ОП:  
“Экономика” СПбГУ*Мясников А. И.* — студент 2 курса магистратуры ОП: “Политическая глобалистика” СПбГУ*Чернова И. Г.* — студентка 2 курса магистратуры ОП: “Теологическое сопровождение разработки  
месторождений углеводородов” СПбГУ*Шакарян Я. Э.* — руководитель исследовательской группы по социальной сфере при СНО СПбГУ,  
член СМП РАПН, студент 4 курса бакалавриата ОП: “Политология” СПбГУ*Янкилевич А. А.* — член СМП РАПН, студент 1 курса магистратуры ОП: “Менеджмент в инду-  
стрии впечатлений” НИУ ВШЭ**Рецензенты:***Гусейнов Руслан Гусейнович* — к.м.н., асс. каф. госпитальной хирургии СПбГУ, *Васильев Петр Валерьевич* — к.м.н., асс. каф. факультетской терапии СПбГУ, *Гаврилова Наталья Юрьевна* — к.м.н., асс. каф. факультетской терапии СПбГУ, *Слядзь Андрей Николаевич* — к.и.н., *Гонашвили Александр Сергеевич* — к.с.н., стажер-исследователь фак-та социологии СПбГУ, *Паишкус Вадим Юрьевич* — д.э.н., проф. каф. экон. теории и экон. политики СПбГУ, *Карпушкин Сергей Михайлович* — преп. каф. гражд. права юрид. фак-та СПбГУ, *Петрова Дарья Сергеевна* — к.м.н., мл. науч. сотр. каф. гражданского права, *Корнилина Полина Владимировна* — преп. каф. гражд. права юрид. фак-та СПбГУ, *Мухин Дмитрий Олегович* — СПбГУ, *Морачевская Кира Алексеевна* — к.п.н., доц. каф. экон. и социальной географии, *Клубов Степан Максимович* — СПбГУ, *Бобылев Николай Геннадьевич* — к.т.н., доц. каф. геоэкологии, *Сбойчкова Анастасия Вячеславовна* — к.п.н., ст. преп. СПбГУ, *Андреев Артем Алексеевич* — к.и.н., доц. каф. этнополитологии СПбГУ, *Будко Диана Анатольевна* — к.п.н., доц. каф. полит. институтов и прикладных полит. исследований, *Воронова Наталья Степановна* — д.э.н., проф. каф. теории кредита и финансового менеджмента СПбГУ, *Шамина Ольга Алексеевна* — к.э.н., ст. преп. ин-та «Высшая школа журналистики и массовых коммуникаций», *Сергеева Ольга Вячеславовна* — д.с.н., доц. факультета социологии СПбГУ, *Мизиряк Надежда Андреевна* — к.с.н., асс. СПбГУ, *Ломоносова Марина Васильевна* — к.с.н., доц. каф. теории и истории социологии СПбГУ, *Безденежных Татьяна Ивановна* — д.э.н., проф. каф. управления и планирования соц-экон. процессов, *Томин Леонид Владимирович* — к.п.н., доц. каф. полит. управления СПбГУ, *Андреева Елена Александровна* — к.б.н. ст. преп. СПбГУ,

**В87 Вторая международная научно-практическая конференция Студенческого научного общества Санкт-Петербургского государственного университета: сборник статей / под. ред. Кошкина А.В. — СПб: Издательство Скифия; Санкт-Петербургский государственный университет, 2023 — 744 с.**

ISBN 978-5-00197-101-6

Данный сборник научных статей объединяет работы, представленные на Международной научно-практической конференции Студенческого научного общества Санкт-Петербургского государственного университета. Конференция прошла 11 ноября 2023 года, став крупной площадкой для междисциплинарного взаимодействия молодых исследователей из разных областей знания: от экономики и политологии, до медицины и математики.

Представленные материалы могут быть интересны студентам и аспирантам профильных специальностей, а также широкому кругу читателей.

*Канаева С. А.,*

Санкт-Петербургский государственный университет  
sofikanaeva1@gmail.com

*Кукушкин С. Ю.,*

Санкт-Петербургский государственный университет  
s.kukushkin@spbu.ru

*Kanaeva S. A.,*

Saint-Petersburg State University  
sofikanaeva1@gmail.com

*Kukushkin S. Yu.,*

Saint-Petersburg State University  
s.kukushkin@spbu.ru

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ РЖЕВСКОГО ЛЕСОПАРКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

### ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION OF THE RZHEVSKY FOREST PARK BY HEAVY METALS

**Аннотация.** В работе проведен анализ содержания подвижных форм тяжелых металлов в поверхностном слое почв на территории Ржевского лесопарка. Для оценки химического загрязнения почв проводили сравнение результатов с санитарно-гигиеническими нормативами и фоновыми концентрациями. На территории лесопарка выделили участки с различным характером антропогенной нагрузки, оценили распределение загрязнения и выявили наиболее существенные источники загрязнения почв.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почвы, городские леса, техногенное загрязнение.

**Abstract.** The analysis of the heavy metals' mobile forms in the surface layer of soil in the territory of the Rzhevsky Forest Park was carried out. To assess the chemical pollution of soils, the results were com-

pared with sanitary and hygienic standards and background concentrations. On the territory of the Forest Park, areas with different types of anthropogenic load were identified, the distribution of pollution was assessed and the most significant sources of soil pollution were identified.

**Keywords:** heavy metals, soils, urban forests, technogenic pollution.

Ржевский лесопарк — крупный лесной массив, который играет важную роль в очищении атмосферного воздуха, защите от шумового загрязнения и формировании микроклимата, а также активно используется населением для прогулок и восстановления сил [1], [2]. Ввиду важности и уязвимости городских зеленых зон проявляется необходимость оценки их состояния, в частности, состояния почв. В работе представлены результаты исследования содержания подвижных форм тяжёлых металлов (ТМ) в почвах Ржевского лесопарка с целью оценки их загрязненности, для чего проведен анализ почвенных образцов, анализ распределения загрязнения по территории лесопарка, сравнение с нормативными, фоновыми значениями и с данными для зеленых зон СПб и области.

Приблизительно на  $\frac{2}{3}$  площади лесопарка преобладают почвы длительного (торфянисто-подзолистые) или временного (торфянистые и торфянисто-перегнойные, слабо-, средне- и сильноподзолистые глееватые) избыточного увлажнения. Встречаются хорошо дренированные, часто мелиорированные, почвы: грубогумусные и торфянисто- грубогумусные и дерновые слабо-, средне- и сильноподзолистые [3]. Отбор проб почв проводили из поверхностного аккумулятивного горизонта (0–15 см) в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02–2017. Образцы анализировали на содержание подвижных форм ТМ. Пробоподготовку осуществляли согласно методике, описанной в руководстве [4], на базе Лаборатории Геоэкологического мониторинга СПбГУ. Анализ в двукратной повторности проводили на базе ресурсного центра СПбГУ методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

Показатели описательной статистики для полученной выборки приведены в табл. 1.

**Табл. 1. Показатели описательной статистики для содержания ТМ в почвах Ржевского лесопарка**

Эл.	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Сред.	258,80	40,61	0,16	0,54	0,73	172,57	21,06	0,94	14,16	5,71	0,41	17,73
Медиа.	271,00	36,95	0,14	0,42	0,70	154,15	7,31	0,87	11,87	5,54	0,39	14,80
Станд. откл.	125,19	22,34	0,09	0,45	0,44	134,70	28,63	0,30	6,91	2,49	0,22	11,97
Мин.	61,90	10,31	0,02	0,15	0,02	16,64	1,25	0,45	2,63	2,31	0,02	3,69
Макс.	621,00	99,20	0,37	2,49	2,07	608,00	104,8	1,52	31,10	13,44	0,93	61,10
Коеф. вар.	48,38	<b>55,01</b>	<b>55,51</b>	<b>81,67</b>	<b>59,82</b>	<b>78,06</b>	<b>135,92</b>	31,70	48,79	43,57	<b>54,77</b>	<b>67,53</b>

Для концентраций всех исследованных элементов коэффициент вариации принимает высокие значения (>30%), причём очень высокие (> 50%) отмечены для Cr, Cu, Fe, Zn. Аномально высокий разброс значений получен для Mn. Можно говорить о техногенном воздействии на содержание Mn, Cr, Fe, Zn в почвах.

Полученные значения сравнили с ПДК (СанПиН 1.2.3685–21) и фоновыми концентрациями подвижных форм ТМ (см. табл. 2) [5]. По результатам анализа в 28 из 30 отобранных проб была превышена ПДК Pb; в 8 случаях превышен норматив по Zn и в 5 — по Mn. Среднее по лесопарку содержание Mn, Zn и Cd выше фоновых значений. Получены единичные концентрации Cr и Pb, превышающие фон.

Основными потенциальными источниками антропогенного загрязнения почв Ржевского лесопарка могут являться: поступление загрязняющих веществ при эксплуатации транспорта, аэротехногенном переносе, замусоривании территории ТБО. Источником поступления веществ из атмосферного воздуха могут являться предприятия, расположенные в промышленной зоне «Ржевка», являющиеся объектами производственного, складского назначения или инженерной инфраструктуры II–V классов опасности: строительный завод «Крист-Ал», Мебельный завод «Слотекс», предприятие по обработке металла «Союзславпром» и др. [6].

Сравнивая значения выборки, выявили, что наибольшие концентрации Pb, Fe, Sb, Ni и Cu приурочены к части лесопарка, расположенной в Красногвардейском районе; Zn — в точках, расположенных вблизи туристических троп и КАД; Cr — вблизи автомобильных дорог и ж/д путей. В дальнейшем для оценки распределения ТМ в почвенном покрове лесопарка была проведена группировка точек отбора проб. Выделили 6 участков согласно квартальному делению лесопарка и характеру антропогенной нагрузки (рис. 1).

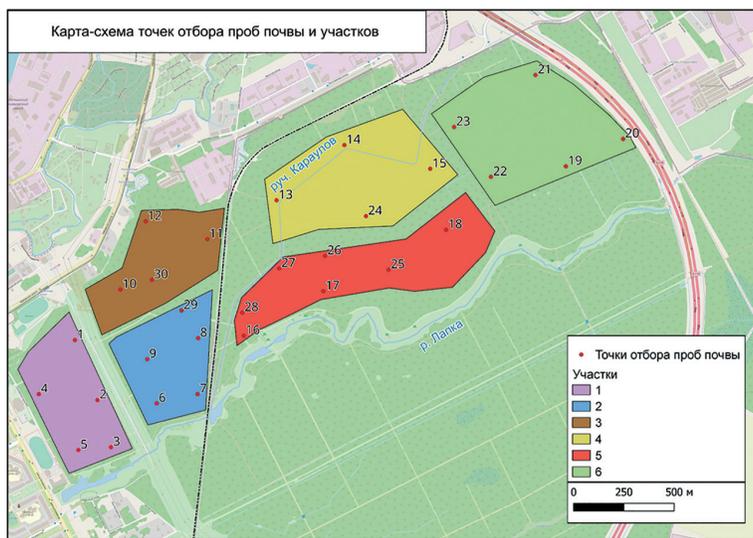


Рис. 1. Условное деление территории Ржевского лесопарка

Усредненные концентрации ТМ для участков приведены в табл. 2.

Табл. 2. Содержание ТМ в почвах по участкам

Уч.	Концентрация, мг/кг											
	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	V	Zn
1	339,8	38,6	0,2	1,1	1,0	288,2	5,6	1,1	21,7	5,0	0,6	17,0

Уч.	Концентрация, мг/кг											
	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	V	Zn
2	203,5	42,1	0,2	0,3	0,5	119,1	39,7	0,8	<b>13,5</b>	7,6	0,3	<b>27,4</b>
3	306,4	56,4	0,2	0,5	1,0	250,5	35,9	1,2	<b>12,4</b>	7,2	0,4	20,2
4	205,5	55,8	0,1	0,4	0,6	158,7	28,0	1,0	<b>11,3</b>	5,9	0,3	12,3
5	214,7	27,1	0,1	0,4	0,7	125,3	4,7	0,9	<b>12,0</b>	4,2	0,5	11,6
6	218,0	35,3	0,2	0,6	0,5	125,3	23,4	0,7	<b>11,0</b>	5,4	0,3	19,7
Среднее	218,0	35,3	0,2	0,6	0,5	125,3	23,4	0,7	<b>11,0</b>	5,4	0,3	19,7
ПДК				6,0	3,0		60,0	4,0	6,0			23,0
Фон			0,1	1,0	3,5	1444,0	20,3	1,4	14,2			5,1

*Примечание: жирным шрифтом выделены значения выше ПДК, фоном — значения, превышающие фоновые концентрации.*

Максимальная интенсивность загрязнения приходится на участки № 2 и 6, в меньшей степени — № 1, на которых отмечена наибольшие концентрации элементов, ассоциируемых с антропогенными источниками поступления (Pb, Ni, Sb, Zn, Fe, Cu, Mn, Al) и зафиксированы превышения нормативов сразу по трём элементам (Pb, Zn, Mn). Наименее подвержен загрязнению участок № 5, хотя в точках, расположенных вблизи ж/д путей (т. 16, 28), отмечается высокое содержание Fe, Ni, Pb.

По сравнению с образцами почв, отобранными в части Ржевского лесопарка, расположенной в Красногвардейском районе в 2019 г нами были получены меньшие концентрации Cu и Pb и большие — Cd и Zn [7]. Причем полученное содержание Cu на 2 порядка ниже приведенных в исследовании (0,840 и 39,9 мг/кг, соответственно), Pb — меньше в 2 раза (16,12 и 28,2 мг/кг), а Zn более чем в 2 раза больше (21,62 и 7,4 мг/кг); содержание Cd — сопоставимо (0,1825 и 0,13 мг/кг). Однако при сравнении данных нужно учитывать зависимость результата от метода анализа.

В исследовании [5] приведено среднее содержание подвижных форм ТМ в почвах парков и ООПТ Санкт-Петербурга (табл. 3).

**Табл. 3. Содержание подвижных форм ТМ в почвах зелёных зон**

Участок	Содержание, мг/кг							
	Fe	Mn	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd
Сергиевка	37,70	383,00	10,350	5,270	0,761	1,2600	1,5000	0,0698
Дубки	224,50	103,00	35,500	15,650	6,770	1,4900	1,5000	0,0905
Ботанический сад	62,61	60,91	87,642	38,354	3,415	1,1021	0,7291	0,1686
Ржевский лесопарк	172,57	21,06	17,726	14,164	0,734	0,9450	0,5450	0,1568

В почвах Ржевского лесопарка в среднем содержится меньше Mn, Ni, Cr и Cu, чем на прочих участках. Содержание Fe в лесопарке выше, чем в Ботаническом саду; Zn и Pb — чем в Сергиевке; Cd — чем в Сергиевке и в Дубках. При сопоставлении концентраций ТМ и нормативов для почв достоверные различия в уровне загрязнения можно проследить для Ржевского лесопарка и Ботанического сада. Почвы Ботанического сада характеризуются загрязнением большим числом веществ (Zn, Pb, Cu), причем ПДК по Pb превышена в 6 раз, тогда как в почвах Ржевского лесопарка присутствует только загрязнение почв Pb, а концентрация металла ниже в 2,5 раза.

По результатам исследования можно заключить, что почвы Ржевского лесопарка подвержены загрязнению ТМ: Pb, Cd, Mn и Zn. В большей степени на загрязнение почв могут влиять поступление веществ от скоплений мусора, транспорта и стационарных источников выбросов. При этом непосредственно рекреация не оказывает существенного негативного воздействия, особенно на участках с наиболее развитой сетью дорожек и троп.

### Литература

1. Горышина Т. К. Растение в городе. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1991. 152 с. ISBN 5-288-00458-7.
2. Григорьева О. И. Оценка экологических функций насаждений Охтинского учебно-опытного лесхоза / Григорьева О. И.,

- Елтышева М. О., Иванова Е. А. // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2007. № 19.
3. Черкасова В. В. Травянистая флора ботанического сада СПбГЛТН и Охтинского учебно-опытного лесничества: сходства и различия: Диссертация на соискание научной степени магистра: 25.01.06 / Черкасова Виолетта Вадимовна // СПбГЛТУ, 2020.
  4. Методы физико-химического анализа почв и растений: Методические указания / М. Г. Опекунова, И. Ю. Арестова, Е. Ю. Елсукова, Н. А. Шейнерман. СПб.: Изд-во С.-Петер. ун-та, 2014. 70 с.
  5. Терехина Н. В. Экологическое состояние почв и основных древесных пород в Ботаническом саду Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН / Н. В. Терехина, О. М. Семёнов, Г. А. Фирсов // Социально-экологические технологии, 2017. № 3. С. 33–50.
  6. Паспорт промышленных зон Санкт-Петербурга // Комитет по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга. изд-е, 2017. № 5.
  7. Маркова О. Л. Распределение тяжёлых металлов в почвенно-растительном покрове на примере Красногвардейского района Санкт-Петербурга / О. Л. Маркова, Ф. А. Дмитриев, Н. И. Куприна // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения, 2019. С. 926–934.