

6. Karpachevskiy L.O. Les i lesnye pochvy. – M.: Lesnaya promyshlennost', 1981. – 262 s.
7. Pochvenno-biogeocenoticheskie issledovaniya v lesnyh biogeotsenozah / L.O. Karpachevskiy, A.D. Voronin, E.A. Dmitriev [i dr.]. – M.: Izd-vo MGU, 1980. – 160 s.
8. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 324 s.
9. Lesa KATEKa kak faktor stabilizatsii okruzhayushchey sredy. – Krasnoyarsk: Izd-vo ILiD, 1983. – 160 s.
10. Shugaley L.S., Chuprova V.V. Pochvoobrazovanie v tekhnogennyh landshaftah lesostepi Nazarovskoi kotloviny Srednei Sibiri // Pochvovedenie. – 2013. – № 3. – S. 287–298.



УДК 632.122

А.С. Подлужная, С.Э. Бадмаева

### **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (ПАРКОВ И СКВЕРОВ) ПРАВОБЕРЕЖЬЯ г. КРАСНОЯРСКА**

В статье анализируется содержание тяжелых металлов (никель, медь, кадмий, хром, цинк, свинец, кобальт, железо, марганец) в почвах урбанизированных территорий парков и скверов правобережья города Красноярска. Повышенные выбросы вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями и возрастающий поток автомобильного движения, наложенные на неблагоприятные метеорологические условия (безветренная погода), приводят к усугублению экологической ситуации в городе. Экосистема городских территорий испытывает колоссальные нагрузки, и аккумуляция вредных веществ (тяжелых металлов) в почве и растениях превышает фоновые значения. Установлено содержание тяжелых металлов в почвах парков и скверов трех административных районов: Свердловский, Кировский и Ленинский, где расположены основные промышленные предприятия города и которые характеризуются высоким автомобильным потоком. Проведен подсчет и обследование видового состава древесной растительности и кустарников, произрастающих на территории парков и скверов. Определено количество и интенсивность прохождения транспортных средств на улицах, прилегающих к местам отдыха горожан. Почвенные образцы для исследования на содержание тяжелых металлов отбирались с верхних горизонтов почвы с самых распространенных мест отдыха жителей правобережья г. Красноярска.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, урбанизированные почвы, парки, скверы, правобережье г. Красноярска.

*A.S. Podluzhnaya, S.E. Badmaeva*

### **HEAVY METALS AVAILABILITY IN SOILS OF URBAN TERRITORIES COMMON AREAS (PARKS AND SQUARES) ON THE RIGHT BANK OF KRASNOYARSK**

*The article analyzes the availability of heavy metals (nickel, copper, cadmium, chromium, zinc, lead, cobalt, iron, manganese) in the soils of urban territories in the parks and squares on the right bank of Krasnoyarsk. Increased emissions of harmful substances into the atmosphere by industrial enterprises and the increasing flow of traffic imposed by the adverse weather conditions (no wind) exacerbate the ecological situation in the city. The ecosystem of urban areas experiences tremendous stress and accumulation of harmful substances (heavy metals) in soil and plants exceeds the background values. The content of heavy metals in soils of parks and gardens of three administrative regions was set for Sverdlovsk, Kirov and Lenin regions, where the main industrial enterprises of the city are concentrated and which are also characterized by high vehicular flow. The quantity and survey of the species composition of woody vegetation and shrubs growing in the parks and squares were examined. The number and intensity of passing*

vehicles on the streets adjacent to the places of people's recreation were determined. The soil samples for investigation on the content of heavy metals were selected from the upper soil horizons with the most common places for residents of the right bank of Krasnoyarsk.

**Key words:** heavy metals, urban soils, parks, squares, the right Bank of Krasnoyarsk.

**Введение.** В соответствии со статьей 42 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии. К сожалению, в условиях современного мегаполиса окружающая среда оказывает не самое благоприятное воздействие на жителей крупных городов с развитой промышленностью. Красноярск относится к тем российским городам, где, согласно экологическому мониторингу, антропогенная нагрузка на окружающую среду постоянно возрастает. Очень часто министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края предупреждает жителей города о периодах неблагоприятных метеорологических условий, в течение которых крупные промышленные предприятия должны уменьшать выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Но вредные вещества аккумулируются не только в воздухе, но также и в почве. Процесс накопления вредных веществ (в данном случае тяжелых металлов) в почве приводит к отравлению растительности, приостановлению роста корней, к быстрому опадению листвы.

**Цель исследования:** установление содержания тяжелых металлов в почве в местах скопления населения (в данном случае в парках и скверах правобережья г. Красноярска).

При проведении исследования ставились следующие задачи:

- проведение комплексного анализа территорий парков и скверов правобережья г. Красноярска;
- определение основных пород древесной растительности, произрастающей на территории парков и скверов г. Красноярска;
- выявление интенсивности движения автотранспорта на дорогах, прилегающих к территории парков и скверов правобережья г. Красноярска.

Объект исследования – почвы урбанизированных территорий общего пользования (парков и скверов) правобережья города Красноярска.

**Объекты и методы исследования:**

- метод наблюдения и описания о состоянии территорий общего пользования;
- метод визуальной фиксации для выявления автотранспортной нагрузки;
- полевой метод – отбор почвенных образцов.

Река Енисей делит весь Красноярск на правый и левый берег. Правобережная часть состоит из трех районов: Свердловского, Кировского, Ленинского. Преимущественно вся деловая жизнь города сосредоточена на левом берегу. Правый берег – это территория размещения промышленных предприятий, которая занимает площадь более 15 644 га.

В Свердловском районе расположено более 40 крупных предприятий, в том числе ТЭЦ-2, ЗАО «Сибирская стекольная компания», ОАО «Красфарма», ОАО «Красноярский химико-металлургический завод», ЗАО «Красноярский ДОК», ОАО «Красноярский цемент», ОАО «АК “Енисейлес”, ОАО «Асфальтобетонный завод» и т. д.

Ленинский район был и остается промышленным центром Красноярска. Именно здесь сосредоточены крупнейшие предприятия города, в том числе такие известные на весь мир гиганты, как Красноярский машиностроительный завод и Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова, чья производственная деятельность является значимым фактором экономического роста и финансового благополучия города.

На территории Кировского района расположена группа предприятий металлургической, машиностроительной и иных промышленных отраслей [1]. Одним из старейших предприятий в Кировском районе является ЗАО «Сибтяжмаш».

Именно из-за сосредоточения на правом берегу крупных промышленных предприятий экология города оставляет желать лучшего.

В результате производственной деятельности промышленными предприятиями и организациями г. Красноярска выбрасывается в атмосферный воздух 248 наименований загрязняющих веществ, в том числе твердых веществ – 102, газообразных и жидких – 146 [2].

По данным ведомственных томов [2], основными предприятиями, загрязняющими атмосферный воздух города, по массе выбросов являются:

– в Свердловском районе: Красноярская ТЭЦ-2 (18 218,3 т/год), Красноярский цемент (4 489,2 т/год), ООО «ФармЭнерго» (2 221,0 т/год), котельная ОП КФ «СибЭНТЦ» (579,1 т/год);

– Ленинском районе: Красноярская ТЭЦ-1 (21 165,6 т/год), котельная ОАО «Красмашзавод» (1 839,6 т/год), ООО «Енисейский ЦБК» (1 662,5 т/год);

– Кировском районе: котельная ЗАО «Сибтяжмаш» (921,0 т/год), котельная ООО «Бытэнерго» (650,1 т/год), ООО «Сибстройкерамика» (298,9 т/год), ООО «Сибизвест» (162,9 т/год), филиал «Красноярский судоремонтный центр ОАО «ЕнУРП»» (113,1 т/год).

Четыре предприятия – ОАО «РУСАЛ Красноярск» (Советский район левого берега) и Красноярские ТЭЦ-1, 2, 3 – совместно выбрасывают в атмосферу г. Красноярска 70,7 % от общегородских выбросов загрязняющих веществ.

Выбросы в атмосферный воздух оседают в почвенный покров. Почвенные образцы для исследования на содержание тяжелых металлов отбирались с самых распространенных мест отдыха жителей правобережья г. Красноярска, а именно с территории следующих парков и скверов:

- 1) парк ДК «Кировский»;
- 2) парк 1 Мая;
- 3) сквер Энтузиастов;
- 4) сквер Одесский;
- 5) близлежащая территория заповедника Столбы.

Парк ДК «Кировский» расположен в Кировском районе г. Красноярска. Парк занимает площадь 7,8 га. На данный момент территория парка находится в запущенном состоянии. В границах парка расположено большое количество временных сооружений, таких как гаражные боксы, погреба, торговые павильоны, автостоянка. Видовой состав древесной растительности представлен тополем. На территории расположено около 1014 тополей, возраст которых примерно 45 лет. В южной части парка располагаются дикорастущие деревья, обрезка которых давно не проводилась. На территории парка много поваленных деревьев, коряг и расположен недействующий фонтан. Парк с четырех сторон окружает дороги: две автодороги с высокой пропускной способностью автотранспорта (дороги по ул. Кутузова, ул. Грунтовая), переулок Автобусный, а также проезд между жилыми домами (от дома 89 «А» по ул. Кутузова до ул. Грунтовая). Данные визуальной фиксации по определению количества транспортных средств представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Интенсивность движения автотранспорта на прилегающих улицах к парку ДК «Кировский»

Проезд, улица	Характеристика проезда			Кол-во легковых автомобилей, шт.
	Ширина, м	Длина, м	Расстояние от улицы до парка, м	
От дома 89 «А» по ул. Кутузова до ул. Грунтовая	11	294	80	271
Проезд от ул. Затонская до ул. Добролюбова через ул. Грунтовая	15	1649	10	1187
От ул. 2-я Кутузова до д. 54 по ул. Кутузова	9	1079	120	245
Переулок Автобусный	9	336	10	215
<i>Итого</i>				1918

Из результатов таблицы 1 можно сделать вывод, что автотранспортная нагрузка является значительной.

Для отбора почвенных образцов на содержание тяжелых металлов были заложены полуямы на территории парков и скверов.

ДК «Кировский» – горизонт А ярко выражен, светло-серый, структура зернистая, рыхлая, пронизан корнями.

Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенном горизонте А представлены в таблице 2.

Таблица 2  
Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы парка ДК «Кировский»

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг
Никель (Ni)	3,57
Медь (Cu)	2,04
Кадмий (Cd)	0,40
Хром (Cr)	7,17
Цинк (Zn)	54,83
Свинец (Pb)	10,83
Кобальт (Co)	2,84
Железо (Fe)	418,40
Марганец (Mn)	124,00

Исходя из результатов таблицы 2, можно сделать вывод, что в почве парка ДК «Кировский» из тяжелых металлов преобладает железо и марганец, высокое содержание которых приводит к прекращению роста корневой системы и всего растения, листья при этом принимают более темный оттенок. Марганец вызывает активацию окислительных процессов, что приводит к нарушению углеводного обмена.

Парк 1 Мая расположен в Ленинском районе г. Красноярска, на улице Парковая, на расстоянии 100 метров от протоки Ладейская. Площадь парка составляет 6,1 га. На территории парка располагается крытый каток Первомайский. Благоустройство и реконструкция парка была проведена в 2012 г. До этого парк находился в заброшенном состоянии. Видовой состав древесной растительности разнообразен и представлен следующими породами: тополь (768 шт.), береза (30), ранетка (17), ель (50), голубая ель (8), пихта (4), черемуха (15), рябина (18), кедр (10), акация (33 шт.). По периметру парка располагаются вазоны и цветочные фигуры.

Расстояние до одной из главных автомобильных дорог правобережья г. Красноярска – проспекта им. газеты «Красноярский рабочий» – 437 м, и менее чем в 10 м от парка простираются автомобильные дороги по ул. Центральный проезд и ул. Парковая. Наблюдения за интенсивностью движения автотранспорта на прилегающих к территории парка улицах приведены в таблице 3.

Таблица 3  
Интенсивность движения автотранспорта на прилегающих улицах к парку 1 Мая

Проезд, улица	Характеристика проезда			Кол-во легковых автомобилей, шт.
	Ширина, м	Длина, м	Расстояние от улицы до парка, м	
Проезд от пр. им. газеты «Красноярский рабочий» до д. 13 по ул. 26 Бакинских Комиссаров	22 (две полосы по 11 м каждая)	3130	437	754
Проезд к парку через ул. Центральный проезд	8	447	10	115
ул. Парковая	8	837	10	35
<i>Итого</i>				904

Из результатов таблицы 3 можно сделать вывод, что автотранспортная нагрузка вблизи парка является низкой, самый большой поток машин движется на расстоянии 437 м от парка.

Почвенные горизонты выражены хорошо: горизонт А (0–40 см) – цвет черный, почва рыхлая, структура комковато-зернистая; горизонт В (40–58 см) – каменистая, рыжая глина.

Содержание тяжелых металлов в почве представлено в таблице 4.

Таблица 4  
Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы парка 1 мая

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг	
	Горизонт А	Горизонт В
Никель (Ni)	1,06	1,50
Медь (Cu)	0,35	0,68
Кадмий (Cd)	0,09	0,16
Хром (Cr)	1,71	2,87
Цинк (Zn)	0,80	15,40
Свинец (Pb)	2,32	74,35
Кобальт (Co)	0,64	0,93
Железо (Fe)	3,86	33,50
Марганец (Mn)	55,21	73,25

Исходя из результатов таблицы 4, можно сделать вывод, что тяжелые металлы аккумулируются во втором почвенном горизонте.

Сквер Энтузиастов находится в Кировском районе г. Красноярска. Площадь сквера – 3,4 га. Располагается напротив крупного торгового центра «Красноярье», примерно в 100 м от протоки Абаканской. Расстояние до проспекта им. газеты «Красноярский рабочий» составляет около 350 м, интенсивность движения очень высокая и составляет 1 620 машин. На расстоянии 10 метров от парка проходят проезды, которыми пользуются жители близлежащих домов для выезда на проспект им. газеты «Красноярский рабочий». Интенсивность движения по данным проездам слабая. Видовой состав древесной растительности сквера разнообразен и представлен следующими породами: тополь (38 шт.), береза (28), клен (12), ранетка (21), ель (9), черемуха (5), рябина (11), акация (6 шт.). Также имеются клумбы с цветами.

Почвенный горизонт А выражен слабо: 0–10 см, имеет темно-серый цвет, зернистую структуру, рыхлый и влажный; горизонт В (10–50 см) – светло-коричневый, бесструктурный, не рассыпчатый.

Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенных горизонтах сквера Энтузиастов представлены в таблице 5.

Таблица 5  
Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы сквера Энтузиастов

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг	
	Горизонт А	Горизонт В
Никель (Ni)	0,60	1,08
Медь (Cu)	0,35	0,78
Кадмий (Cd)	0,08	0,09
Хром (Cr)	1,72	2,23
Цинк (Zn)	0,89	7,93
Свинец (Pb)	3,47	5,31
Кобальт (Co)	0,45	0,76
Железо (Fe)	3,12	19,56
Марганец (Mn)	56,53	66,65

Исходя из результатов таблицы 5, можно сделать вывод, что тяжелые металлы аккумулируются во втором почвенном горизонте. Ярко выражено наличие марганца, железа, цинка и свинца.

Сквер Одесский расположен в Ленинском районе г. Красноярска, на улице Одесская. Сквер занимает площадь 1,46 га. Его особенностью являются установленные статуи животных и птиц, которые вызывают огромный интерес у маленьких горожан. Видовой состав древесной растительности разнообразен и представлен следующими породами: тополь (272 шт.), береза (22), ранетка (12), ель (23), сосна (35), ива (7), рябина (9), клен (9), акация (18), кедр (7 шт.). По периметру парка располагаются вазоны и цветочные фигуры.

С одной стороны сквер Одесский окружает автомобильная дорога, которая ведет на выезд к Северному шоссе, с другой стороны – дорога по ул. Одесская. Вблизи находятся две автобусные остановки, на которых действует 3 автобусных маршрута. Количество автобусов составляет 50 шт.

Данные о количестве транспортных средств на прилегающих к территории парка приведены в таблице 6.

Таблица 6  
Интенсивность движения автотранспорта на прилегающих улицах к скверу Одесский

Проезд, улица	Характеристика проезда			Кол-во легковых автомобилей, шт.
	Ширина, м	Длина, м	Расстояние от улицы до парка, м	
Проезд от 1-го Затонского переулка до выезда на Северное шоссе	8	1295,07	7	468
ул. Одесская	5	364	5	82
<i>Итого</i>				550

Из результатов таблицы 6 можно сделать вывод, что автотранспортная нагрузка является низкой.

Описание почв: горизонт А (0–10 см) – серый, рыхлый, зернистый; горизонт В (10–50 см) – рыхлый, глинистый, влажный. Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенных горизонтах сквера Одесский представлены в таблице 7.

Таблица 7  
Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы сквера Одесский

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг	
	Горизонт А	Горизонт В
Никель (Ni)	0,73	2,10
Медь (Cu)	0,28	0,90
Кадмий (Cd)	0,06	1,70
Хром (Cr)	1,52	2,76
Цинк (Zn)	1,52	1,14
Свинец (Pb)	3,41	3,42
Кобальт (Co)	0,43	1,23
Железо (Fe)	5,22	27,87
Марганец (Mn)	54,09	115,80

Исходя из результатов таблицы 7, можно сделать вывод, что во втором почвенном горизонте происходит увеличение всех изучаемых тяжелых металлов.

В Свердловском районе г. Красноярска почвенные образцы были отобраны с территории, прилегающей к заповеднику Столбы. Образцы отбирались с территории, максимально удаленной от автомобильных дорог, но находящейся в близости к маршруту основной пешеходной трассы.

Горизонт А (0–30 см) – черный, пронизан корнями, рыхлый, влажный, комковато-зернистый. Горизонт В (30–37 см) – охристый, плотный, влажный. Исследования на содержание тяжелых металлов в горизонте В не проводились. Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенном горизонте А представлены в таблице 8.

Таблица 8

**Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы на территории, прилегающей к заповеднику Столбы**

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг
Никель (Ni)	1,43
Медь (Cu)	0,34
Кадмий (Cd)	0,12
Хром (Cr)	2,58
Цинк (Zn)	3,55
Свинец (Pb)	5,50
Кобальт (Co)	0,92
Железо (Fe)	57,35
Марганец (Mn)	80,65

Исходя из результатов таблицы 8, можно сделать вывод, что горизонт А перенасыщен железом и марганцем.

**Выводы.** Подведя итоги проведенных исследований, можно сделать вывод, что количество тяжелых металлов в почвах парков и скверов г. Красноярска накапливается во втором почвенном горизонте. Самое большое количество никеля (3,57 мг/кг), меди (2,04), хрома (7,17), цинка (54,83), свинца (10,83), кобальта (2,84), железа (418,40), марганца (124,00 мг/кг) содержится в почвенном горизонте А парка ДК «Кировский». Количество тяжелых металлов увеличивается в местах, расположенных вблизи крупных автомобильных дорог.

**Литература**

1. Сайт администрации города Красноярска. – URL: <http://www.admkrsk.ru>.
2. Корректировка сводного тома предельно допустимых выбросов для г. Красноярска, 2012 год. Кн. 1. / Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края, общество с ограниченной ответственностью «ЭКОЛОГИЯ» // URL: [www.mpr.krskstate.ru](http://www.mpr.krskstate.ru).

**Literatura**

1. Sait administratsii goroda Krasnoyarska. – URL: <http://www.admkrsk.ru>.
2. Korrektirovka svodnogo toma predel'no dopustimykh vybrosov dlya g. Krasnoyarska, 2012 god. Kn. 1. / Ministerstvo prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa Krasnoyarskogo kraja, obshchestvo s ogranicennoi otvetstvennost'yu «EKOLOGIYA» // URL: [www.mpr.krskstate.ru](http://www.mpr.krskstate.ru).

