

Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове города Липецка

В. А. Седых✉

Воронежский государственный университет, Российская Федерация
(394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1)

Аннотация: Цель исследования – оценка загрязнения почвенного покрова города Липецка тяжелыми металлами (цинк, кадмий, свинец, ртуть) и выявление основных закономерностей распространения элементов по территории города.

Материалы и методы. Проведен отбор проб почвы на глубине 0-20 см в 20 мониторинговых точках на территории города Липецка с учетом функциональных зон (промышленная, транспортная, жилая) с последующим лабораторным анализом содержания тяжелых металлов.

Результаты и обсуждение. В результате проведенного исследования превышений предельно допустимых значений поллютантов в почве не зафиксировано. Максимальные значения получены по цинку и свинцу, наибольшие концентрации которых находятся в пределах 0,6 и 0,5 ПДК соответственно.

Выводы. Полученные результаты позволили выявить основной ареал загрязнения тяжелыми металлами, в пределах 2-4-х километров от главной промышленной площадки (Новолипецкий металлургический комбинат). Содержание исследуемых элементов в почвенном покрове города Липецка показало незначительный уровень загрязнения.

Ключевые слова: городские почвы, тяжелые металлы, загрязнение почвы, город Липецк.

Источник финансирования: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90024.

Для цитирования: Седых В. А. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове города Липецка // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2022, № 4, с. 126-130. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/126-130>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи развитием промышленных мощностей и увеличением количества автотранспорта все более актуальной становится проблема загрязнения городской среды в крупных промышленных городах. Большие объемы эмиссии как от стационарных, так и от мобильных источников являются причиной загрязнения и деградации природных систем, которые в условиях городской застройки и так подвергаются серьезному нарушению. Как следствие, загрязнение окружающей среды приводит к ухудшению качества жизни в городах и увеличению заболеваемости среди городского населения.

Одним из компонентов природных экосистем, подверженных техногенному загрязнению, является почва. Загрязнение почв той или

иной степени в условиях городской среды носит практически повсеместный характер. Промышленные выбросы и автотранспорт являются поставщиками химических загрязнителей, которые проникают в почвенный покров из атмосферы, с атмосферными осадками и талыми водами и приводят к его нарушению и деградации, что влияет на экологическое состояние окружающей среды.

К одним из основных поллютантов, загрязняющих почвенный покров, относятся тяжелые металлы (ТМ), главной особенностью которых является их способность накапливаться в окружающей среде, животных и растительных организмах, а также в организме человека. Накапливаясь до высокотоксичных уровней, тяжелые металлы могут вызывать нарушение жизненно важных

© Седых В. А., 2022

✉ Седых Владислав Александрович, e-mail: vladsedykh48@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

функций организмов и приводит к их гибели. Тяжелые металлы не подвержены разрушению, а также крайне медленно удаляются из почвы.

Город Липецк является крупным промышленным центром с различными отраслями производства, к которым относятся металлургическая и химическая промышленность, производство строительных материалов, машиностроение и ряд других и характеризуется высокой эмиссионной нагрузкой. Всего в атмосферу города за 2019 год было выброшено 275 тыс. тонн загрязняющих веществ. Основными промышленными загрязнителями окружающей среды в городе являются Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК), «Липецкая ТЭЦ-2», ООО «Йокохама Р.П.З.», ОАО «Полимер», АО «Липецкцемент», завод по производству стекольных изделий ООО «ЧСЗ-Липецк» и ряд других.

Структура промышленности города, включающая, главным образом, один из крупнейших металлургических комбинатов Европы, характеризуется наличием в выбросах тяжелых металлов, которые проникают в городские почвы.

Город Липецк расположен в лесостепной зоне Центральной России. Почвенный покров города представлен в основном тремя видами почв. Наиболее распространенным является выщелоченные черноземы, которые охватывают большую часть территории города Липецка, также вдоль поймы реки Воронеж узкой полосой распространены пойменные слабокислые и нейтральные почвы. На юге и юго-востоке города встречаются участки дерново-подзолистых почв, на которых произрастает хвойная растительность [5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки загрязнения почв на территории города Липецка были проведены отбор проб почв и последующий лабораторный анализ образцов на содержание подвижных форм четырех элементов (ТМ): цинк (Zn), кадмий (Cd), свинец (Pb), ртуть (Hg). Отбор проб осуществлялся на всей территории города с учетом функциональных зон (транспортная, промышленная, жилая) в 20 мониторинговых точках (рис.). На каждой точке была отобрана объединенная проба, состоящая не менее чем из двух точечных проб. Глубина отбора составляла 0-20 см.

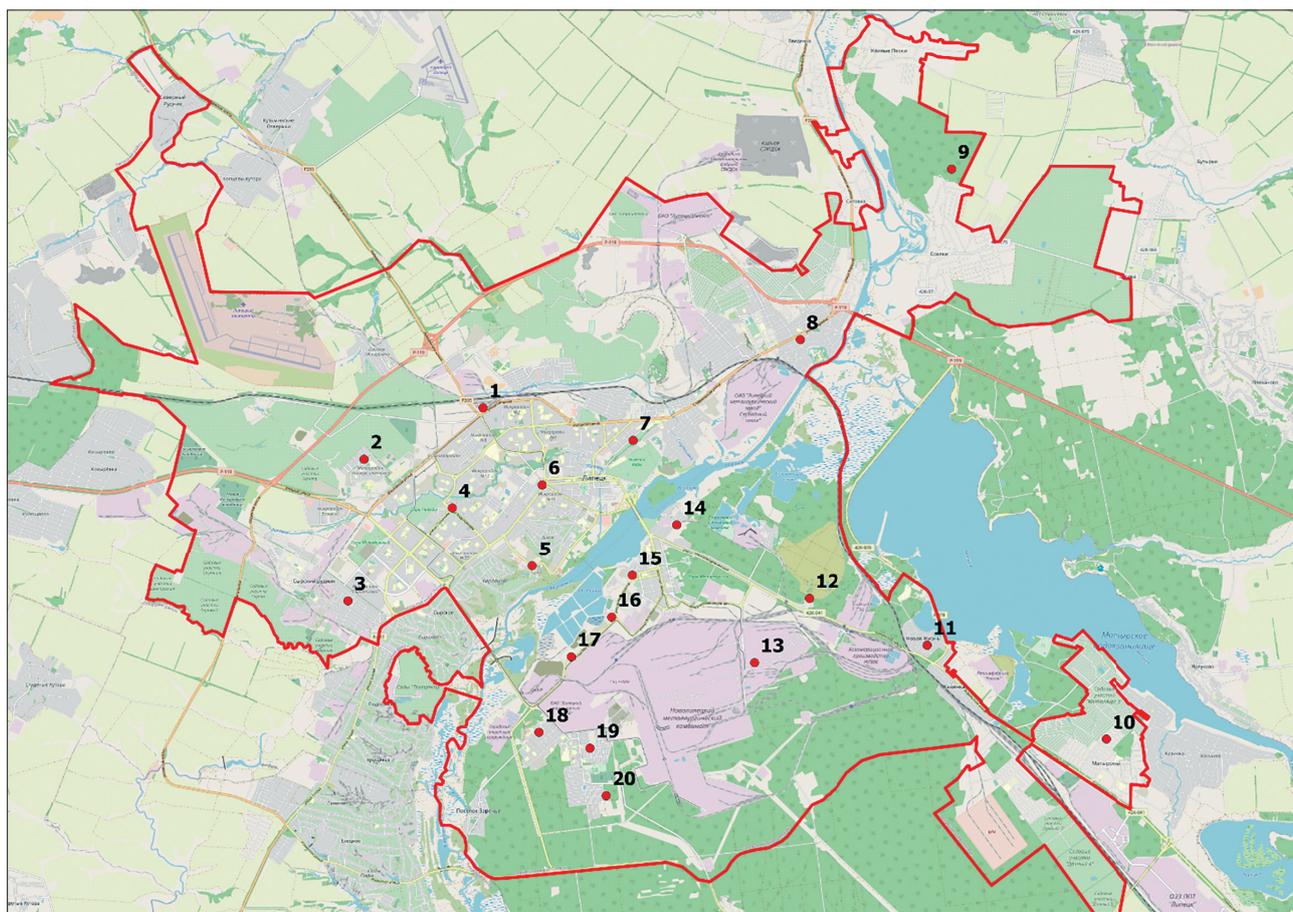


Рис. Расположение точек отбора проб почвы
[Fig. Location of soil sampling points]

Анализ проб на содержание тяжелых металлов был осуществлен лабораторией ОБУ «Центр экологических проектов» в соответствии с ПНД Ф 16:2:2:2:3.48-06 «Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА» [3].

Полученные результаты были соотнесены с утвержденными нормативными значениями ПДК [6]. Однако ПДК подвижных форм тяжелых металлов в почвах утверждены, из исследуемых элементов, для цинка, свинца и ртути, утвержденные ПДК для кадмия отсутствуют. Для оценки содержания кадмия были использованы фоновые концентрации элемента, определенные в [5] на расстоянии 30 км от основных источников загрязнения города на север.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате отбора и анализа проб почвы на содержание исследуемых тяжелых металлов превышений ПДК не обнаружено. Концентрации кадмия, в сравнении с фоновыми показателями, также показали значения ниже предельной границы. Максимальные значения для цинка были получены в точках №5 (0,5 ПДК), №4 (0,4 ПДК) и №9 (0,4 ПДК). Также, немного повышен фон (около 0,3 ПДК) в точках №19, №11 и №12 (точки к югу и востоку от площадки НЛМК). Повышенное содержание цинка в основном приурочено к точкам, лежащим в 2-4-х километровой зоне от границ основной промышленной площадки города (НЛМК). В остальных точках, на большем удалении и, наоборот, вблизи границ предприятия, значения цинка колеблются в пределах 0,1 ПДК.

Полученные значения свинца показывают повышение концентраций элемента в некоторых отдельных районах города в пределах 0,6 ПДК. Максимальные концентрации получены в точке №5 (0,6 ПДК). Также повышенное содержание свинца наблюдалось в точках №8 и №19 (0,5 ПДК).

Кадмий и ртуть показывают равномерное распространение по территории города и лежат в значениях концентраций до 0,2 ПДК для ртути и в пределах 0,2 фоновых значений для кадмия.

По результатам исследования превышений предельно допустимых концентраций тяжелых металлов не зафиксировано, однако выявлены точки с наибольшими значениями сразу по двум элементам. Точка №5 (улица Механизаторов),

расположенная на расстоянии 4 км от НЛМК (к западу), показывает наибольшие значения по цинку и свинцу (0,5 и 0,6 ПДК соответственно). Аналогичные значения концентраций ТМ фиксируются в точке №19, расположенной в пределах 1,5 км от границ металлургического комбината в жилом районе (к югу). Остальные точки не показывают значимого повышения уровня концентраций ТМ в почве, в том числе и транспортные точки.

Необходимо отметить, что по результатам проведенных исследований на территории города Липецка и прилегающих территориях других авторов [1, 2, 4, 7], также установлено повышение концентраций ТМ в 2-4-х километровой зоне от НЛМК, однако превышений ПДК также не зафиксировано.

Одним из факторов низкого содержания тяжелых металлов в почвенном покрове городских почв может являться оптимальное расположение главной промышленной площадки – НЛМК, относительно основных жилых и административных районов, а также благоприятные географические условия территории. Новолипецкий металлургический комбинат расположен в левобережной промышленной части города Липецка (восточная часть) в зоне понижения рельефа, в то время как основной жилой и административный массив расположен на высоком правом берегу. Концентрация промышленности в этой зоне незначительная, а основным антропогенным фактором воздействия на окружающую среду является автотранспорт. Эти два района разделены относительной буферной зоной – рекой Воронеж, которая протекает через всю территорию города.

Кроме того важным фактором является преобладающий западный перенос воздушных масс, в результате чего движение воздуха характеризуется преимущественным направлением с территории районов жилой и административной застройки в сторону промышленного ядра. В периоды смены направления розы ветров и движения воздушных масс в обратном направлении на пути загрязняющих веществ становятся естественные преграды в виде крупных водных объектов (река Воронеж и Матырское водохранилище), а также повышения рельефа на высоту до 50 метров. Отчасти это подтверждается наибольшими фоновыми значениями исследуемых тяжелых металлов в точке №5, которая расположена на вершине склона правого берега реки Воронеж. Максимальное осаждение исследуемых загрязняющих элементов именно на этих территориях может свидетельствовать о

значительном влиянии естественных географических факторов на процессы загрязнения городской среды тяжелыми металлами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования содержания тяжелых металлов в верхнем слое почвы города Липецка превышений предельно допустимых уровней загрязнения не зафиксировано. Максимальные значения фиксировались для цинка и свинца на уровне 0,5 и 0,6 ПДК соответственно в точках, удаленных на 2-4 километра от главной промышленной площадки города (НЛМК). При удалении на большее расстояние от металлургического комбината концентрации тяжелых металлов снижаются до незначительных уровней. Транспортные точки, расположенные на примыкающих территориях, не показали повышенных значений.

Для контроля состояния почв города Липецка необходим дальнейший систематический мониторинг и картирование геохимического фона почвенного покрова на всей территории города, включая парковые, жилые, промышленные зоны. Результаты такой работы могут служить средством информационной поддержки принятия управленческих решений при организации городского строительства и благоустройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вершинин В. В., Галаганова Л. А. Краткий анализ динамики содержания микроэлементов и тяжелых ме-

таллов в почвах Липецкой области // *Международный сельскохозяйственный журнал*, 2020, № 1 (373), с. 55-58.

2. Григорьева Е. В., Бадулина Л. Ю. Городские почвы – объект исследования // *Санитарно-эпидемиологический вестник*, 2008, № 2, с. 16-17.

3. *Мониторинг плодородия почв в Липецкой области*. – URL: <https://agrohim48.ru/soils-monitoring-in-lo.html> (дата обращения: 28.06.2022). – Текст: электронный.

4. Особенности распределения тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий в зоне воздействия Липецкой промышленной агломерации / Д. Н. Курбаков, В. К. Кузнецов, В. С. Анисимов, К. В. Петров // *Агрохимический вестник*, 2017, № 6, с. 10-13.

5. ПНДФ 16:2:2:2:3.48-06 *Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА*. Томск, 2006. 44 с.

6. *Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы*. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.

7. Прохорова Т. В., Кузнецов В. К., Санжирова А. И. Мониторинг загрязнения агроэкосистем в зоне воздействия Липецкой промышленной агломерации // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 2015, № 10-1, с. 41-44.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 05.07.2022

Принята к публикации 30.11.2022

UDC 504.064.2

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/126-130>

The Content of Heavy Metals in the Soil Cover of the City of Lipetsk

V. A. Sedykh ✉

Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394018)

Abstract. The purpose of the study is to assess the contamination of the soil cover of the city of Lipetsk with heavy metals (zinc, cadmium, lead, mercury) and to identify the main patterns of distribution of elements on the area of the city.

© Sedykh V. A., 2022

✉ Vladislav A. Sedykh, e-mail: vladsedykh48@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Materials and methods. Soil samples were taken at the depth of 0-20 cm in 20 monitoring points on the territory of the city of Lipetsk with regard to functional zones (industrial, transport, residential) followed by laboratory analysis of the content of heavy metals.

Results and discussion. As a result of the conducted study, no exceedances of the maximum permissible values of pollutants in the soil were recorded. The maximum values were obtained for zinc and lead, the highest concentrations of which are within 0.6 and 0.5 MPC, respectively.

Conclusions. The results have identified the main area of heavy metal pollution, within 2-4 kilometres of the main industrial site (Novolipetsk Metallurgical Plant). The content of the studied elements in the soil cover of the city of Lipetsk showed insignificant levels of contamination.

Key words: urban soils, heavy metals, soil pollution, Lipetsk.

Funding: The research was supported by the Russian Foundation for Basic Research under research project No. 20-35-90024.

For citation: Sedykh V.A. The Content of Heavy Metals in the Soil Cover of the City of Lipetsk. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2022, no. 4, pp. 126-130 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/126-130>

REFERENCES

1. Vershinin V. V., Galaganova L. A. Kratkiy analiz dinamiki sodержaniya mikroelementov i tyazhelykh metallov v pochvakh Lipetskoy oblasti [Brief analysis of the dynamics of the content of trace elements and heavy metals in the soils of the Lipetsk region]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*, 2020, no. 1 (373), pp. 55-58. (In Russ.)
2. Grigor'eva E. V., Badulina L. Yu. Gorodskie pochvy – ob"ekt issledovaniya [Urban soils – the object of research]. *Sanitarno-epidemiologicheskyy vestnik*, 2008, no. 2, pp. 16-17. (In Russ.)
3. *Soil fertility monitoring in the Lipetsk region.* – URL: <https://agrohim48.ru/soils-monitoring-in-lo.html> (accessed 28.06.2022). – Text: electronic. (In Russ.)
4. Osobennosti raspredeleniya tyazhelykh metallov v pochvakh sel'skokhozyaystvennykh ugodiy v zone vozdeystviya Lipetskoy promyshlennoy aglomeratsii [Features of the distribution of heavy metals in the soils of agricultural lands in the impact zone of the Lipetsk industrial agglomeration] / D. N. Kurbakov, V. K. Kuznetsov, V. S. Anisimov, K. V. Petrov. *Agrokhimicheskyy vestnik*, 2017, no. 6, pp. 10-13. (In Russ.)
5. *PNDF 16:2:2:2:3.48-06 Kolichestvennyy khimicheskyy analiz prob pochv, teplichnykh gruntov, ilov, donnykh otlozheniy, sapropeley, tverdykh otkhodov. Metodika vypolneniya izmereniy massovykh kontsentratsiy tsinka, kad-*

miya, svintsa, medi, margantsa, mysh'yaka, rtuti metodom inversionnoy vol'tamperometrii na analizatorakh tipa TA [PNDF 16:2:2:2:3.48-06 Quantitative chemical analysis of soil samples, greenhouse soils, silts, bottom sediments, sapropels, solid waste. Method of measuring mass concentrations of zinc, cadmium, lead, copper, manganese, arsenic, mercury by inversion voltammetry on TA type analyzers]. Tomsk, 2006. 44 p. (In Russ.)

6. *Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve: Gigienicheskie normativy* [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in the soil: Hygienic standards]. Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2006. 15 p. (In Russ.)

7. Prokhorova T. V., Kuznetsov V. K., Sanzhirova A. I. Monitoring zagryazneniya agroekosistem v zone vozdeystviya Lipetskoy promyshlennoy aglomeratsii [Monitoring of pollution of agroecosystems in the impact zone of the Lipetsk industrial agglomeration]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2015, no. 10-1, pp. 41-44. (In Russ.)

Conflict of interests: The author declares no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 05.07.2022

Accepted: 30.11.2022

Седых Владислав Александрович
младший научный сотрудник, аспирант кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-4071-2638, e-mail: vladsedykh48@mail.ru

Vladislav A. Sedykh
Junior researcher, postgraduate student at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-4071-2638, e-mail: vladsedykh48@mail.ru