

DOI 10.21672/2077-6322-2021-82-3-115-120

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА РОССИИ

Синцов Александр Владимирович, кандидат географических наук, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, limsav@yandex.ru

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, abarmin60@mail.ru

Зимовец Петр Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ООО «ТОРА», Российская Федерация, 404104, Волгоградская область, г. Волжский, ул. Пушкина, д. 66

Валов Михаил Викторович, кандидат географических наук, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, m.v.valov@mail.ru

Синцова Наталья Владимировна, студентка, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, limsav@yandex.ru

Антропогенные и техногенные процессы в протекающие условиях городской среды значительно изменяют химический состав почвенного покрова. Одним из таких процессов, оказывающих влияние на состояние городской почвы, является процесс загрязнения почвенного покрова тяжёлыми металлами. Этот вид металлов биохимически активен и высокотоксичен, они встречаются в различных компонентах природной среды, а также системах антропогенно-техногенного происхождения. Тяжёлые металлы обладают свойством аккумуляции в организме живых существ и оказывают отрицательное воздействие на их состояние. К данной группе химических элементов относятся свинец, цинк, хром, ртуть, медь, железо и другие. Превышение допустимой концентрации тяжелых металлов в почве урбанизированной территории и их токсичное воздействие представляет значительную опасность для человека. Загрязнение почвенного покрова данного вида территории тяжелыми металлами связано с воздействием большого количества источников антропогенно-техногенного происхождения, а именно объекты энергетики и промышленности, систем обеспечения инфраструктуры города, зоны строительной деятельности и хранения материалов или отходов. Одним из основных высокотоксичных химических элементов-загрязнителей почвенного покрова урбанизированной территории относящийся к группе тяжелых металлов является цинк «Zincum–Zn». В статье дается описание результатов проведенного в 2020 году исследования современного содержания цинка в почвенном покрове города Астрахани. Актуальность работы состоит в проведении геохимического анализа содержания тяжелых металлов в почве областного центра. Цель – исследовать современный процесс загрязнения почвенного покрова Астрахани цинком. В основе работы стояла задача определения степени превышения гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации цинка в пробах почв. Были задействованы методы географических и экологических исследований, проводился сбор почвенных образцов с последующим определением в условиях сертифицированной лаборатории концентрации вещества в каждой из проб почвы. В ходе работы определены показатели превышения предельно допустимой концентрации цинка в городской почве и выявлены предположительные источники загрязнения.

Ключевые слова: тяжелые металлы, цинк, почва, город Астрахань, загрязнение, концентрация, аккумуляция, антропогенное воздействие

**GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE MODERN ZINC CONTENT
IN THE SOIL COVER OF THE URBANIZED TERRITORIES
OF THE SOUTH OF RUSSIA**

Sintsov Alexander V., Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, limsav@yandex.ru

Barmin Alexander N., Doctor of Geographical Sciences, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, abarmin60@mail.ru

Zimovets Petr A., Candidate of Geographical Sciences, Director of the Campaign for Waste Management Ltd «TORA», 66 Pushkin St., Volzhsky, Volgograd Region, 404104, Russian Federation, limsav@yandex.ru

Valov Michail V., Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, m.v.valov@mail.ru

Sintsova Natalia V., student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, limsav@yandex.ru

Anthropogenic and technogenic processes in the urban environment significantly change the chemical composition of the soil cover. One of such processes influencing the state of the urban soil is the process of soil cover pollution with heavy metals. Heavy metals are biochemically active and highly toxic; they are found in various components of the natural environment, as well as in systems of anthropogenic and technogenic origin. They have the property of accumulation in the body of living beings and have a negative effect on their condition. This group of chemical elements includes lead, zinc, chromium, mercury, copper, iron and other metals. Exceeding the permissible concentration of heavy metals in the soil of an urbanized area and their toxic effects pose a significant danger to humans. Contamination of the soil cover of an urbanized area with heavy metals is associated with the impact of a large number of sources of anthropogenic and technogenic origin, namely, energy and industrial facilities, city infrastructure support systems, zones of construction activities and storage of materials or waste. One of the main highly toxic chemical pollutants of the soil cover of the urbanized territory belonging to the group of heavy metals is zinc «Zincum–Zn». The article describes the results of a 2020 study of the current zinc content in the soil cover of the city of Astrakhan. The relevance of the work lies in the geochemical analysis of the content of heavy metals in the soil of the city of Astrakhan. The aim of the work was to study the modern process of soil contamination of the city of Astrakhan with zinc. The work was based on the task of determining the degree of exceeding the hygienic standards of the maximum permissible concentration of zinc in soil samples. Methods of geographical and ecological research were used in the work, soil samples were collected, followed by determination of the concentration of a substance in each of the soil samples in a certified laboratory. In the course of the work, the indicators of exceeding the maximum permissible concentration of zinc in the soil of the city of Astrakhan were determined and the presumptive sources of pollution were identified.

Key words: heavy metals, zinc, soil, Astrakhan, pollution, concentration, accumulation, anthropogenic impact

К одной из важных проблем современного состояния окружающей среды относится проблема, связанная с процессом загрязнения почвенного покрова веществами относящиеся к группе тяжелых металлов. Тяжелые металлы представляют собой группу химических элементов, которые, встречаются как в системах антропогенного происхождения, так и в окружающей природной среде. Характерными и наиболее опасными для окружающей природной среды являются свойства тяжелых металлов накапливаться и токсично воздействовать на живой организм.

На территории города тяжелые металлы поступают в почву от большого количества источников антропогенного происхождения, которые могут быть подвижными (транспортные средства, промышленно-технологические системы) и стационарными (промышленно-производственные предприятия, территории строительной деятельности и обслуживания технических средств, зоны складирования материалов и отходов).

В условиях урбанизированных систем также отмечается рост и разнообразие химических элементов группы тяжелых металлов, поступающих в почву. Одним из таких наиболее токсичных элементов загрязняющих городскую почву является цинк – Zn.

Данный химический элемент относится к первому классу гигиенической опасности вредных загрязняющих веществ и способен оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Цинк способен накапливаться не только в почве, но и в живых организмах, в том числе и человеческом.

В условиях урбанизированной среды отмечается повышенный уровень загрязнения почвы цинком, что связано с большим количеством источников антропогенного происхождения. Основным антропогенным источником цинка является металлургия, также цинк поступает в окружающую среду и от других антропогенных источников промышленно-производственного, транспортного, агрохозяйственного, строительного и другого назначения. В случае превышения показателей предельно допустимой концентрации данного вещества в почве происходит угнетение почвенных микроорганизмов, что в последствие отрицательно сказывается на плодородии.

В ходе изучения уровня загрязнения почвы города Астрахани в 2020 году были проведены геохимические исследования содержания цинка в почвенном покрове.

Город Астрахань представляет собой крупную урбанизированную систему, в которой почвенный покров подвергается значительному техногенному воздействию.

Загрязнение почвы тяжелыми металлами является одной из проблем состояния окружающей среды города Астрахани, в том числе и цинком. Цинк относится к одним из основных загрязнителей почвы города, наряду с хромом и свинцом.

Основные источники загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами (в том числе и цинком) на территории города, можно разделить на несколько групп: 1) районные источники, которые представлены объектами коммунального обеспечения, такими как теплоэлектроцентрали, котельные, системы водоснабжения и водоотведения и другими; 2) линейные источники, представляющие собой систему транспортной связи (автомобильные и железнодорожные пути, аэродромы); 3) локально-площадные источники, представляющие собой промышленные предприятия, аэропорт, речной порт; 4) точечно-площадные источники, представлены свалками промышленно-бытовых отходов, склады горюче-смазочных материалов, гаражные кооперативы, заправочные станции, строительные площадки [2].

На данный момент на территории города Астрахани общее количество крупных источников поступления тяжелых металлов в почву стационарного расположения составляет 115 объектов. Основное количество источников загрязнения почвы тяжелыми металлами расположено на левом берегу р. Волги.

Наибольшее загрязнение почвенного покрова цинком на территории города Астрахани отмечается в районах источников линейного, локально площадного и точечно площадного расположения и в основном тяготеет к транспортно-промышленной инфраструктуре.

К точечно-площадным источникам загрязнения почвы г. Астрахани цинком относятся гаражные кооперативы, парковочные площадки, станции технического обслуживания транспортных средств, зоны складирования материалов и хранения отходов промышленно-производственной деятельности, а также места несанкционированных свалок.

Загрязнение городской почвы цинком и его соединениями происходит во время производственно-технического процесса, обработки деталей технических систем, эксплуатации цинкосодержащих материалов, инженерно-строительной и агрохозяйственной деятельности.

В 2020 году проводились геохимические исследования загрязнения почвенного покрова г. Астрахани основными химическими элементами-загрязнителями относящиеся к группе тяжелых металлов, одним из которых был цинк. В рамках исследования было взято 13 проб почвенного материала на контрольных точках, расположенных в разных районах города. Изъятие почвенного материала происходило с глубины до 0,15 м.

Этап химического анализа почвенных образцов изъятых почвенного материала проходил в лабораторных условиях. В ходе анализа применялись метод пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3:36-02 и атомно-абсорбционной анализ РД 52.18.191-89.

На основе полученных сведений проведенного анализа почвенного материала была составлена таблица результатов содержания цинка в почве контрольных точек.

Гигиенические нормативы предельно-допустимой концентрации (ПДК) цинка в почве используемые в исследовании соответствуют гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06.

Также в ходе геохимического исследования были установлены наибольшие превышения предельно допустимой концентрации исследуемого вещества-загрязнителя в пробах.

Наибольшая концентрация цинка в почве относительно установленных гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации ГН 2.1.7.2041-06 отмечается в пробах, взятых на улицах: ул. Вильямса (515 мг/кг), ул. Яблочкова (500 мг/кг) (табл. 1).

Таблица 1

Средние показатели концентрации цинка в почве города Астрахани

№	Местоположения отбора пробы	Валовое содержание Zn, мг/кг	Превышение ПДК валового содержания Zn, %
1	ул. Савушкина	153	3,6
2	ул. Яблочкова	500	4,8
3	ул. С. Перовская	177	1,7
4	ул. Н. Островского	71	0,8
5	ул. Боевая	134	1,6
6	ул. Боевая	290	3,1
7	ул. Магистральная	86	0,9
8	ул. Пушкина	146	1,8
9	ул. Кубанская	170	2
10	ул. Адмирала Нахимова	230	1,9
11	ул. Рождественского	235	6,4
12	ул. Чкалова	285	3,6
13	ул. Вильямса	515	3,6

Наибольшее превышение цинка относительно гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации, зарегистрированы в пробах, изъятых на ул. Рождественского и на ул. Яблочкова и составляет в 6,4 и в 4,8 раза соответственно.

В пробах почв, отобранные на улицах: ул. Н. Островского и ул. Магистральная отмечаются наименьшие показатели содержания цинка 71 мг/кг и 86 мг/кг.

Разные значения содержания цинка в пробах почв можно связать с особенностями воздействия и разнообразием источников загрязнения вблизи точек взятия почвенного материала на территории города Астрахани. Высокие показатели концентрации цинка в пробах можно связать с месторасположением контрольных точек в промышленно-производственных зонах города, где отмечается высокая плотность производственных предприятий, торгового-складских организаций и интенсивным движением транспортных средств, которые в свою очередь создают плотный поток движения.

Также повышенные показатели концентрации цинка в почвенных пробах, взятых на улицах Вильямса, Яблочкова, Рождественского, Чкалова, Боевая можно связать с проводившимися не так давно строительно-реставрационными работами (возведение объектов строительства и реставрация автодорожного полотна) и близким месторасположением гаражных комплексов (в том числе и станций технического обслуживания транспортных средств). В ходе таких работ происходило поступление большого объема строительного материала и привозного грунта.

Высокий уровень воздействия разных источников загрязнения городской почвы химическими веществами относящиеся к группе тяжелых металлов значительно ухудшает экологические функции почвы, негативно отражаясь на состоянии всей геоэкоисотемы г. Астрахани.

Список литературы

1. Синцов, А. В. Почвенный покров урбанизированных территорий / А. В. Синцов, А. Н. Бармин, Г. У. Адымова // Астрахань: Изд-во «АЦТ», 2010. – 164 с.
2. Синцов, А. В. Загрязнение почвенного покрова г. Астрахани тяжелыми металлами / А. В. Синцов, А. Н. Бармин // Естественные и технические науки. – 2011. – №5 (55). – С. 218–223.
3. Синцов, А. В. Динамика тяжелых металлов в почвах урбоэкосистем / А. В. Синцов, А. Н. Бармин, М. В. Валов // Геология, география и глобальная энергия. – 2014. – №4 (55). – С. 148–156.
4. Белякова, Т. М. Эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения почв Астрахани / Т. М. Белякова, Т. М. Дианова, Н. Д. Орлова // География и природные ресурсы. – 1998. – №2. – С. 37–42.
5. Сухоносенко, Д. С. Анализ пространственной динамики загрязнения почв тяжелыми металлами в пределах селитебной зоны города Михайловка / Д. С. Сухоносенко // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2019. – № 3 (203). – С. 88–94.
6. Зимовец, П. А. Ландшафтное зонирование урбогеосистем города Волжского / П. А. Зимовец // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2016. – № 3. – С. 61–65.
7. Зимовец, П. А. Содержание тяжелых металлов в почвах жилой зоны города Волжского / П. А. Зимовец // Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов : сб. ст. XIII Межрегион. науч.-практич. конф., г. Волжский. – 2017. – С. 74–76.
8. Зимовец, П. А. Влияние обеспеченности города Волжского зелеными насаждениями на содержание элементов питания растений в почвах / П. А. Зимовец // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования : сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф. – 2017. – С. 378–383.
9. Горбов, С. Н. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах Ростовской агломерации Ростов-на-Дону / С. Н. Горбов, О. С. Безуглова. – Таганрог, 2020. – 124 с.
10. Клачкова, И. В. Изучение процесса воздействия антропогенных факторов на почвенный покров городских территорий / И. В. Клачкова // Международное сотрудничество: опыт, проблемы и перспективы : сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф. – 2020. – С. 36–38.
11. Черемичинова, А. Э. Воздействие антропогенного процесса на почву урбанизированных территорий / А. Э. Черемичинова, Р. В. Черкашин // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего : сб. материалов IX Междунар. науч.-практич. конф. – 2018. – С. 52–55.
12. Трифонова, Т. А. Изменение биологической активности почвы городских рекреационных территорий в условиях загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами / Т. А. Трифонова, О. Н. Забелина // Почвоведение. – 2017. – № 4. – С. 497–505.
13. Чеснокова, С. М. Оценка фитотоксичности и ферментативной активности почв городских ландшафтов, загрязненных тяжелыми металлами (на примере города Судогда) / С. М. Чеснокова, О. В. Савельев, С. В. Губская // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 2. – С. 187–192.
14. Черкашин, Р. В. Химически трансформированные почвы г. Астрахани: современное развитие и территориальное распространение / Р. В. Черкашин // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы : сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф. – 2019. – С. 108–110.
15. Максимова, О. Ю. Проблема распространения свалок как источника загрязнения почвенного покрова Астраханской области / О. Ю. Максимова // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты : сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф. – 2019. – С. 51–54.

References

1. Sintsov, A. V., Barmin, A. N., Adyamova, G. U. *Pochvennyj pokrov urbanizirovannyh territorij* [Soil cover of urbanized territories]. Astrakhan, Publishing house "ACT", 2010, 164 p.
2. Sintsov, A. V., Barmin, A. N. *Zagryaznenie pochvennogo pokrova g. Astrahani tyazhelymi metallami* [Contamination of the soil cover of the city of Astrakhan with heavy metals]. *Yestestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences]. 2011, no. 5 (55), pp. 218–223.
3. Sintsov, A. V., Barmin, A. N., Valov, M. V. *Dinamika tyazhelyh metallov v pochvah urboekosistem* [Dynamics of heavy metals in soils of urban ecosystems]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, geography and global energy]. 2014, no. 4 (55), pp. 148–156.

4. Belyakova, T. M., Dianova, T. M., Orlova, N. D. *Ekologo-geohimicheskaya ocenka tekhnogenogo zagryazneniya pochv Astrahani* [Ecological and geochemical assessment of technogenic pollution of soils in Astrakhan]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources]. 1998, no. 2, pp. 37–42.
5. Sukhonosenko, D. S. *Analiz prostranstvennoj dinamiki zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami v predelakh selitebnoj zony goroda Mihajlovka* [Analysis of the spatial dynamics of soil pollution by heavy metals within the residential zone of the city of Mikhailovka]. *Novosti vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Yestestvennye nauki* [News of higher educational institutions. North Caucasian region. Series: Natural Sciences]. 2019, no. 3 (203), pp. 88–94.
6. Zimovets, P. A. *Landshaftnoe zonirovaniye urbogeosistem goroda Volzhskogo* [Landscape zoning of the urban geosystems of the Volzhsky city]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology]. 2016, no. 3, pp. 61–65.
7. Zimovets, P. A. *Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochvah zhiloy zony g. Volzhskogo* [Content of heavy metals in the soils of the residential zone of the city of Volzhsky. In the collection]. *Problemy ustoychivogo razvitiya i ekologo-ekonomicheskoy bezopasnosti regionov. Materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Problems of sustainable development and ecological and economic security of regions. Materials of the XIII Interregional Scientific and Practical Conference]. Volga Humanitarian Institute (branch) of Volgograd State University, 2017, pp. 74–76.
8. Zimovets, P. A. *Vliyanie obespechennosti goroda Volzhskogo zelenymi nasazhdeniyami na sodержanie elementov pitaniya rasteniy v pochvah* [Influence of the provision of the Volzhsky city with green spaces on the content of plant nutrients in soils]. *Sb. po Materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [In the collection: Ecological and reclamation aspects of rational nature management. Materials of the International Scientific and Practical Conference]. 2017, pp. 378–383.
9. Gorbov, S. N., Bezuglova, O. S. *Tyazhelye metally i radionuklidy v pochvah Rostovskoy aglomeratsii* [Heavy metals and radionuclides in the soils of the Rostov agglomeration]. Rostov-on-Don; Taganrog, 2020, 124 p.
10. Klachkova, I. V. *Izuchenie processa vozdeystviya antropogennykh faktorov na pochvennyy pokrov gorodskikh territoriy* [Study of the process of the impact of anthropogenic factors on the soil cover of urban areas]. *Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo: opyt, problemy i perspektivy. Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [International cooperation: experience, problems and prospects. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference]. 2020, pp. 36–38.
11. Cheremitsynova, A. E., Cherkashin, R. V. *Vozdeystvie antropogennogo processa na pochvu urbanizirovannykh territoriy* [The impact of the anthropogenic process on the soil of urbanized territories]. *Nauchno-tehnicheskyy progress: aktualnye i perspektivnye napravleniya budushchego. Sbornik materialov IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Scientific and technical progress: actual and promising directions of the future. collection of materials of the IX International Scientific and Practical Conference]. 2018, pp. 52–55.
12. Trifonova, T. A., Zabelina, O. N. *Izmeneniye biologicheskoy aktivnosti pochvy gorodskikh rekreacionnykh territoriy v usloviyakh zagryazneniya tyazhelymi metallami i nefteproduktami* [Changes in the biological activity of the soil of urban recreational areas under conditions of pollution with heavy metals and oil products]. *Pochvovedeniye*, 2017, no. 4, pp. 497–505.
13. Chesnokova, S. M., Savelyev, O. V., Gubskaya, S. V. *Ocenka fitotoksichnosti i fermentativnoy aktivnosti pochv gorodskikh landshaftov, zagryaznennykh tyazhelymi metallami (na primere goroda Sudogda)* [Assessment of phytotoxicity and enzymatic activity of soils of urban landscapes contaminated with heavy metals (for example, the city of Sudogda)]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Success of modern natural science]. 2016, no. 2, pp. 187–192.
14. Cherkashin, R. V. *Himicheski transformirovannyye pochvy g. Astrahani: sovremennoye razvitiye i territorial'noye rasprostraneniye* [Chemically transformed soils of the city of Astrakhan: modern development and territorial distribution]. *Sb. Yestestvennye nauki: aktualnye problemy i sotsialnye vyzovy. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Natural sciences: topical issues and social challenges. Materials of the international scientific and practical conference]. 2019, pp. 108–110.
15. Maksimova, O. Y. *Problema rasprostraneniya svalok kak istochnika zagryazneniya pochvennogo pokrova Astrahanskoy oblasti* [The problem of the spread of landfills as a source of soil pollution in the Astrakhan region]. *Fundamentalnye nauchnye issledovaniya: teoreticheskie i prakticheskie aspekty. sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Fundamental scientific research: theoretical and practical aspects. collection of materials of the International Scientific and Practical Conference]. 2019, pp. 51–54.