

DOI 10.21672/2077-6322-2021-81-2-137-144

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

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, заместитель директора, ООО «ТОРА», Российская Федерация, 404104, Волгоградская обл., г. Волжский, ул. Пушкина, 66

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

Актуальность работы заключается в проведении исследования процесса загрязнения почвенного покрова урбанизированной территории тяжелыми металлами. Целью работы – изучение современного процесса загрязнения почвенного покрова города Астрахани свинцом. Основной задачей работы было определение степени превышения гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации свинца в пробах почв. В работе 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 были определены показатели превышения предельно допустимой концентрации свинца в почве г. Астрахани и выявлены предположительные источники загрязнения. В условиях городской среды под воздействием антропогенных и техногенных процессов происходит значительное изменение состава почвенного покрова. Одним из процессов, значительно влияющих на почвенный покров города, является процесс загрязнения почвы тяжелыми металлами. Под термином тяжелые металлы, как правило, подразумевают металлы (свинец, цинк, хром, ртуть и другие), которые встречаются в различных компонентах природной среды и системах антропогенно-техногенного происхождения. Тяжелые металлы биохимически активны и высокотоксичны. Для данных веществ характерно наличие способности накапливаться в организме живых существ и оказывать на них негативное воздействие. Концентрация тяжелых металлов в почве урбанизированной территории несет значительную опасность для городского населения. Процесс загрязнения почвенного покрова города тяжелыми металлами связан с большим количеством техногенных источников, к которым относятся объекты энергетики и промышленности, систем обеспечения инфраструктуры города, зоны строительной деятельности и хранения материалов или отходов.

Одним из основных загрязнителей городской почвы, обладающих высокотоксичными свойствами и относящийся к группе тяжелых металлов, является свинец. В статье дается описание результатов исследования современного содержания свинца в почве города Астрахани проведенного в 2020 году.

Ключевые слова: тяжелые металлы, свинец, почва, г. Астрахань, загрязнение, концентрация, аккумуляция, антропогенное воздействие

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CONTEMPORARY LEAD CONTENT IN THE SOIL COVER OF THE URBANIZED TERRITORIES OF THE LOWER VOLGA REGION

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, Deputy Director, Ltd "TORA", Volgograd Region, Volzhsky, st. Pushkin, 66, 404104, Russian Federation

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

The relevance of the work lies in the study of the process of pollution of the soil cover of an urbanized area with heavy metals. The aim of the work was to study the modern process of soil pollution in the city of Astrakhan with lead. The main task of the work was to determine the degree of exceeding the hygienic standards of the maximum permissible concentration of lead in soil samples. The work involved the methods of geographical and ecological research. The collection of soil samples was carried out, followed by determination in a certified laboratory of the concentration of a substance in each of the soil samples. In the course of the work, the indicators of exceeding the maximum permissible concentration of lead in the soil of Astrakhan were determined and the presumptive sources of pollution were identified. Under the conditions of the urban environment, under the influence of anthropogenic and technogenic processes, a significant change in the composition of the soil cover occurs. One of the processes that significantly affect the soil cover of the city is the process of soil pollution with heavy metals. The term heavy metals, as a rule, means metals (lead, zinc, chromium, mercury and others) that are found in various components of the natural environment and systems of anthropogenic and technogenic origin. Heavy metals are biochemically active and highly toxic. These substances are characterized by the ability to accumulate in the body of living beings and have a negative effect on them. The concentration of heavy metals in the soil of an urbanized area poses a significant danger to the urban population. The process of pollution of the soil cover of the city with heavy metals is associated with a large number of technogenic sources, which include energy and industrial facilities, systems for providing the city's infrastructure, zones of construction activities and storage of materials or waste. Lead «Plumbum – Pb» is one of the main pollutants of urban soil with highly toxic properties and belonging to the group of heavy metals. The article describes the results of a study of the current lead content in the soil of the city of Astrakhan conducted in 2020.

Keywords: heavy metals, lead, soil, Astrakhan, pollution, concentration, accumulation, anthropogenic impact

Одной из современных проблем состояния окружающей среды является проблема загрязнения почв тяжелыми металлами. Элементы, относящиеся к группе тяжелых металлов, встречаются как в компонентах природной среды, так и в системах антропогенного происхождения. Данные элементы обладают токсичными свойствами и способны аккумулироваться в живом организме и представляют собой высокую опасность для человека.

Для процесса загрязнения почв тяжелыми металлами характерно наличие большого количества разнообразных источников антропогенного происхождения. Они могут быть как стационарными, так и подвижными. К стационарным источникам можно отнести зоны промышленно-производственных объектов, строительства и складирования материалов или отходов. К подвижным источникам тяжелых металлов относятся транспортные системы, включая объекты их обеспечения.

В условиях урбанизированной среды отмечается увеличение совокупного воздействия источников загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами и возрастает их общее количество. Также растет и разнообразие химических элементов группы тяжелых металлов, поступающих в почву. Одним из таких наиболее токсичных элементов загрязняющих городскую почву является свинец Pb.

Данный химический элемент относится к первому классу гигиенической опасности и способен накапливаться не только в почве, но и живых организмах, в том числе и человеческом, воздействуя на него негативно.

На территории города отмечается повышенный уровень загрязнения почвы свинцом в результате большого количества источников. Превышение показателей предельно допустимой концентрации в почве может привести к негативным изменениям или нарушению целостности природного комплекса урбанизированной территории.

Так содержание двух грамм свинца в одном килограмме почвы делает ее неживой и непригодной для дальнейшего хозяйственного использования.

В рамках изучения процесса загрязнения почвенного покрова города Астрахани в 2020 году были проведены исследования по оценке содержания свинца в почве.

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

Одной из проблем состояния окружающей среды города Астрахани является проблема загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами, в том числе и свинцом. Свинец относится к одним из основных загрязнителей почвы, наряду с цинком и хромом.

На территории города основные источники загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами, в том числе и свинцом можно выделить в 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].

Общее количество крупных источников поступления тяжелых металлов в почву стационарного расположения на территории города Астрахани составляет 115 объектов.

Наибольшее количество городских объектов, деятельность которых ведет к загрязнению почвенного покрова тяжелыми металлами расположена на левом берегу р. Волги, а именно на территории Ленинского, Кировского, Советского административных районов и их общее количество составляет около 100.

Наибольшее загрязнение почвенного покрова свинцом на территории города Астрахани присуще линейным, локально площадным и точечно площадным источникам и в основном тяготеет к промышленно-транспортной инфраструктуре и, особенно вблизи самых напряженных автомобильных дорог (ул. Яблочкова, ул. Адмирала Нахимова, ул. Боевая, ул. Победы и др.).

Точечно-площадными источниками загрязнения почвенного покрова города Астрахани свинцом, относящийся к группе тяжелых металлов могут быть гаражные кооперативы, станции технического обслуживания транспортных средств, мест складирования материалов или отходов производственной деятельности, а также зоны несанкционированных свалок. Так, свинец может попадать в почву во время производственно-технического процесса, а именно при: ремонте охлаждающей системы транспортных и иных технических средств, а также при складировании или утилизации аккумуляторных батарей.

В ходе проведенного исследования по изучению современного содержания свинца в почве города Астрахани были сделаны 13 почвенных проб в контрольных точках, а также был выполнен химический анализ почвенных образцов. Почвенные пробы в ходе полевого исследования брались с глубины до 0,1 м.

Химический анализ образцов почвы проводился в лабораторных условиях с применением атомно-абсорбционного анализа РД 52.18.191-89 и метода пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3:36-02.

По результатам проведенного анализа почвенных проб была составлена таблица результатов содержания свинца в почве г. Астрахани.

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



Рис. 1. Карта-схема размещения объектов транспортной инфраструктуры на территории города Астрахани

Таблица 1

Средние показатели концентрации свинца в почве города Астрахани

Местоположение отбора пробы	Валовое содержание Pb, мг/кг	Превышение ПДК валового содержания Pb, %
ул. Савушкина	116	3,6
ул. Яблочкова	155	4,8
ул. С. Перовская	55	1,7
ул. Н. Островского	27,2	0,8
ул. Боевая	53	1,6
ул. Боевая	100	3,1
ул. Магистральная	30,7	0,9
ул. Пушкина	57	1,8
ул. Кубанская	64	2
ул. Адмирала Нахимова	61	1,9
ул. Рождественского	206	6,4
ул. Чкалова	117	3,6
ул. Вильямса	117	3,6

В ходе анализа полученных сведений о содержании свинца в почве были выявлены пробы с наибольшей концентрацией химического вещества.

К пробам с наиболее превышающими показателями содержащегося свинца в почве относительно установленных гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации ГН 2.1.7.2041-06 относятся пробы, взятые на следующих улицах: ул. Рождественского (206 мг/кг), ул. Яблочкова (155 мг/кг), ул. Чкалова (117 мг/кг), ул. Вильямса (117 мг/кг), ул. Савушкина (116 мг/кг), ул. Боевая (100 мг/кг).

В ходе анализа были определены пробы с наибольшими показателями, превышающими предельно допустимую концентрацию свинца в почве.

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



Рис. 2. Карта-схема размещения станций технического обслуживания и гаражных кооперативов на территории города Астрахани

Наименьшие показатели содержания свинца отмечается в пробах почв, отобранные на улицах Н. Островского и Магистральной.

Концентрация вещества в пробах почвы взятых на вышеуказанных улицах имеют минимальные показатели – 27,2 и 30,7 мг/кг соответственно. Превышение показателей гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации вещества в пробах отсутствует.

Такие разные значения присутствия свинца в пробах почв можно связать с особенностями воздействия и разнообразием источников загрязнения вблизи точек взятия почвенного материала на территории города Астрахани. На тех улицах, где были взяты пробы с повышенными значениями содержащегося свинца, отмечается большое скопление транспортных средств, которые в свою очередь создают медленный

поток передвижения, что вызывает повышенную работу двигателей с последующей выработкой продуктов горения автомобильного топлива.



Рис. 3. Карта-схема месторасположения точек отбора проб почв на территории города Астрахани

Высокие показатели содержащегося свинца в почвенных пробах, взятых на улицах Рождественского, Яблочкова, Савушкина, Чкалова, Вильямса, Боевая можно связать не только функционированием транспортной системы города, но и с проводившимися не так давно строительными 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. А также хочется отметить то, что ул. Рождественского расположена в промышленно-производственной зоне города Астрахани, где сосредоточено большое количество производственно-складских и других объектов технического назначения.

Совокупное воздействие разных источников загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами может значительно ухудшить санитарно-гигиенические функции почвы, что в свою очередь может негативно отразиться на состоянии всей природной среды города Астрахани.

Список литературы

1. Синцов, А. В. Почвенный покров урбанизированных территорий / А. В. Синцов, А. Н. Бармин, Г. У. Адямова. – Астрахань : 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 жилой 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 г. 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 г. Волжского / П. А. Зимовец // *Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов : мат-лы XIII Межрег. науч.-практич. конф.* – Волжский : Волжский гум. ин-т (филиал) Волгоградского гос. ун-та, 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 : мат-лы Междунар. науч.-практич. конф.* – 2017. – С. 378–383.
9. Горбов С. Н. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах Ростовской агломерации / С. Н. Горбов, О. С. Безуглова. – Ростов н/Д ; 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. мат-лов 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*. – 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 : мат-лы Междунар. науч.-практич. конф.* / сост. : Н. С. Шуваев, Е. А. Колчин. – Астрахань, 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. мат-лов Междунар. науч.-практич. конф.* – Астрахань, 2019. – С. 51–54.

References

1. Sintsov, A. V., Barmin, A. N., Adyamova, G. U. *Pochvennyy pokrov urbanizirovannykh territoriy* [Soil cover of urbanized territories]. Astrakhan, ATsT Publ. House, 2010, 164 p.
2. Sintsov, A. V., Barmin, A. N. *Zagryaznenie pochvennogo pokrova g. Astrakhani 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 tyazhelykh metallov v pochvakh 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-geokhimicheskaya otsenka tekhnogennoho zagryazneniya pochv Astrakhani [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 prostranstvennoy dinamiki zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami v predelakh selitebnoy zony goroda Mikhaylovka [Analysis of the spatial dynamics of soil pollution by heavy metals within the residential zone of the city of Mikhailovka]. *Izvestiya 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 g. 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 pochvakh zhiloy zony g. Volzhskogo [Content of heavy metals in the soils of the residential zone of the city of Volzhsky]. Volzhskiy, Volga Humanitarian Institute (branch) of Volgograd State University Publ. House, 2017, pp. 74–76.
8. Zimovets, P. A. Vliyaniye obespechennosti goroda Volzhskogo zelenymi nasazhdeniyami na sodержание elementov pitaniya rasteniy v pochvakh [Influence of the provision of the Volzhsky city with green spaces on the content of plant nutrients in soils]. 2017, pp. 378–383.
9. Gorbov, S. N., Bezuglova, O. S. Tyazhelye metally i radionuklidy v pochvakh Rostovskoy aglomeratsii [Heavy metals and radionuclides in the soils of the Rostov agglomeration]. Rostov on Don; Taganrog, 2020, 124 p.
10. Klachkova, I. V. Izucheniye protsessa 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]. 2020, pp. 36–38.
11. Cheremitsynova, A. E., Cherkashin, R. V. Vozdeystvie antropogennoho protsessa na pochvu urbanizirovannykh territoriy [The impact of the anthropogenic process on the soil of urbanized territories]. 2018, pp. 52–55.
12. Trifonova, T. A., Zabelina, O. N. Izmeneniye biologicheskoy aktivnosti pochvy gorodskikh rekreatsionnykh 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* [Soil Science]. 2017, no 4, pp. 497–505.
13. Chesnokova, S. M., Savelyev, O. V., Gubskaya, S. V. Otsenka 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., Shuvaev N. S., Kolchin E. A. Khimicheski transformirovannye pochvy g. Astrakhani: sovremennoye razvitiye i territorialnoye rasprostraneniye [Chemically transformed soils of the city of Astrakhan: modern development and territorial distribution]. 2019, pp. 108–110.
15. Maksimova, O. Y. Problema rasprostraneniya svalok kak istochnika zagryazneniya pochvennogo pokrova Astrakhanskoy oblasti [The problem of the spread of landfills as a source of soil pollution in the Astrakhan region]. 2019, pp. 51–54.