

Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 2 (85). С. 103–109.  
Geology, Geography and Global Energy. 2022; 2(85):103–109 (In Russ.).

Научная статья  
УДК 614.771  
doi 10.54398/20776322\_2022\_2\_103

## СОВРЕМЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА РОССИИ<sup>12</sup>

Синцов Александр Владимирович<sup>1</sup>✉, Бармин Александр Николаевич<sup>2</sup>,  
Зимовец Петр Александрович<sup>3</sup>, Валов Михаил Викторович<sup>4</sup>  
Синцова Наталия Владимировна<sup>5</sup>  
<sup>1,2,4,5</sup>Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия  
<sup>3</sup>ООО «ТОРА», Волжский, Россия  
<sup>1,5</sup>limsav@yandex.ru✉  
<sup>2</sup>abarmin60@mail.ru  
<sup>3</sup>zimovetspa@mail.ru  
<sup>4</sup>m.v.valov@mail.ru

**Аннотация.** Одной из современных проблем состояния окружающей среды является проблема загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами. Особо остро данная проблема стоит на урбанизированных территориях, где расположено большое количество источников загрязнения. За счет своей высокой токсичности и биохимической активности тяжелые металлы представляют значительную опасность как для человеческого организма, так и для окружающей природной среды в целом. В статье дается описание результатов геохимического анализа содержания тяжелых металлов в почве г. Астрахани. Исследования проводились в 2020 г., целью работы являлось получение новых сведений о содержании основных элементов-загрязнителей почвы, относящихся к группе тяжелых металлов. В процессе проводимой работы были задействованы методы экологических исследований, которые позволили определить показатели превышения предельно допустимой концентрации тяжелых металлов в почвенном покрове г. Астрахани и основные источники загрязнения.

**Ключевые слова:** почвенный покров, тяжелые металлы, почва, г. Астрахань, концентрация, загрязнение, аккумуляция, антропогенное воздействие

**Для цитирования:** Синцов А. В., Бармин А. Н., Зимовец П. А., Валов М. В., Синцова Н. В. Современное содержание тяжелых металлов в почве урбанизированных территорий Юга России // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 2 (85). С. 103–109. [https://doi.org/10.54398/20776322\\_2022\\_2\\_103](https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_103).

## MODERN CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOIL OF URBANIZED AREAS OF THE SOUTH OF RUSSIA

Alexander V. Sintsov<sup>1</sup>✉, Alexander N. Barmin<sup>2</sup>, Petr A. Zimovets<sup>3</sup>,  
Mikhail V. Valov<sup>4</sup>, Natalia V. Sintsova<sup>5</sup>  
<sup>1,2,4,5</sup>Astrakhan State University, Astrakhan, Russia  
<sup>3</sup>ООО "TORA", Volzhsky, Russia  
<sup>1,5</sup>limsav@yandex.ru✉  
<sup>2</sup>abarmin60@mail.ru  
<sup>3</sup>zimovetspa@mail.ru  
<sup>4</sup>m.v.valov@mail.ru

**Abstract.** One of the modern problems of the state of the environment is the problem of soil pollution with heavy metals. This problem is especially acute in urban areas, where a large number of pollution sources are located. Due to their high toxicity and biochemical activity, heavy metals pose a significant danger both to the human body and to the natural environment as a whole. The article describes the results of geochemical analysis of the content of heavy metals in the soil of the city of Astrakhan. The studies were carried out in 2020 and the purpose of the work was to obtain new information about the content of the main soil pollutant elements belonging to the group of heavy metals. In the course of the work, environmental research methods were involved, which made it possible to determine the indicators of exceeding the maximum permissible concentration of heavy metals in the soil cover of the city of Astrakhan and to identify the main sources of pollution.

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

**For citation:** Sintsov A. V., Barmin A. N., Zimovets P. A., Valov M. V., Sintsova N. V. Modern content of heavy metals in the soil of urbanized areas of the South of Russia. *Geology, Geography and Global Energy*. 2022; 2(85):103–109. [https://doi.org/10.54398/20776322\\_2022\\_2\\_103](https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_103).

Одним из процессов деградации почвенного покрова урбанизированной территории является процесс химического загрязнения почвы, в том числе веществами относящиеся к группе тяжелых металлов.

Тяжелые металлы могут встречаться как в естественной природной среде, так и в антропогенно-трансформированной, но концентрация их содержания в почве значительно отличается друг от друга. Основная опасность процесса загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами заключается в том, что они обладают негативными для живых организмов свойствами и способны аккумулироваться в окружающей природной среде, в том числе и в организме человека.

В условиях урбанизированной среды в почву тяжелые металлы могут поступать от большого количества разнообразных антропогенных источников. Эти источники могут быть подвижными (транспортные средства) или стационарными (объекты промышленно-производственного, хозяйственно-технического, инженерно-строительного назначения, зоны складирования материалов и отходов).

Для городской почвы, в сравнение с естественной почвой, которая не была подвержена антропогенному воздействию, характерно наличие целого спектра разных химических элементов относящихся к группе тяжелых металлов.

Проблема загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами является актуальной и для города Астрахани, который является крупной урбанизированной системой, где отмечается высокий уровень антропогенного воздействия на почву.

Так, исследования, проведенные в 1998 и 2010 гг., по определению уровня загрязнения почвы города, выявили то, что основными аккумулирующимися элементами относящиеся к группе тяжелых металлов являются: цинк, свинец, никель, хром, стронций, ванадий, кобальт, молибден, медь и серебро. Результаты этих исследований показали, что основными элементами загрязнителями почвы являются свинец, хром и цинк. Эти элементы обладают высокой токсичностью и способны аккумулироваться в человеческом организме негативно воздействуя на него. В 2020 г. проводились геохимические исследования по изучению содержания в почве города Астрахани трех основных элементов загрязнителей относящиеся к группе тяжелых металлов. Почвенный материал брался на 13 контрольных точках, расположенных в разных районах города (рис.).

Химический анализ почвенного материала проводился в лабораторных условиях и основывался на методах пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3:36-02 и атомно-абсорбционной анализа РД 52.18.191-89.

Полученные сведения были применены при разработке сравнительной таблицы результатов валового содержания тяжелых металлов в почвенных образцах контрольных точек (табл. 1).



Полученные сведения химического анализа почвенных образцов позволили определить показатели превышения предельно допустимой концентрации тяжелых металлов в пробах, взятых на контрольных точках (табл. 2).

Наибольшее пятикратное превышение предельно допустимой концентрации хрома в почве, зафиксировано в пробах, взятых на улицах Вильямса и Чкалова.

Наибольшее содержание свинца относительно гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации зарегистрировано в пробах, изъятых на улицах Рождественского и Яблочкова, где зафиксировано превышение ПДК в 6,4 и 4,8 раза соответственно.

Таблица 1 – Валовое содержание тяжелых металлов в почве г. Астрахани

Местоположения отбора пробы	Валовое содержание, мг/кг		
	Cr	Pb	Zn
ул. Савушкина	24,4	116	153
ул. Яблочкова	23,1	155	500
ул. С. Перовская	22,2	55	177
ул. Н. Островского	20,5	27,2	71
ул. Боевая	21,8	53	134
ул. Боевая	24,5	100	290
ул. Магистральная	20,3	30,7	86
ул. Пушкина	25,1	57	146
ул. Кубанская	25,0	64	170
ул. Адмирала Нахимова	26,4	61	230
ул. Рождественского	27,1	206	235
ул. Чкалова	28,3	117	285
ул. Вильямса	29,8	117	515

Таблица 2 – Показатели превышения предельно-допустимой концентрации хрома в почве г. Астрахани

Местоположения отбора пробы	Превышение ПДК валового содержания, %		
	Cr	Pb	Zn
ул. Савушкина	4,0	3,6	1,5
ул. Яблочкова	3,8	4,8	5
ул. С. Перовская	3,7	1,7	1,8
ул. Н. Островского	3,4	0,8	0,7
ул. Боевая	3,6	1,6	1,3
ул. Боевая	4,0	3,1	2,9
ул. Магистральная	3,3	0,9	0,9
ул. Пушкина	4,1	1,8	1,5
ул. Кубанская	4,1	2	1,7
ул. Адмирала Нахимова	4,4	1,9	2,3
ул. Рождественского	4,5	6,4	2,3
ул. Чкалова	4,7	3,6	2,8
ул. Вильямса	4,9	3,6	5,1

В пробах, взятых на улицах Вильямса и Яблочкова, отмечается наибольшее превышение предельно допустимой концентрации цинка в 5,1 и 5,0 раз соответственно.

Химический анализ почвенных образцов позволил определить участки с наибольшим загрязнением почвы веществами-загрязнителями относящиеся к группе тяжелых металлов, а именно контрольные точки, расположенные на улицах: Вильямса, Чкалова, Рождественского и Яблочкова.

В процессе исследования были также определены основные источники загрязнения почвенного покрова г. Астрахани тяжелыми металлами, общее число которых составляет 115 стационарно-расположенных объектов.

Загрязнения почвы города тяжелыми металлами и их соединениями происходит в ходе производственно-технических процессов, эксплуатации содержащих эти химические элементы материалов, агрохозяйственной и инженерно-строительной деятельности.

Различие показателей содержания тяжелых металлов в почвенных пробах объясняется спецификой и разнообразием воздействия источников загрязнения вблизи контрольных точек на территории г. Астрахани. Повышенная концентрация свинца, хрома и цинка в почвенных образцах можно связать с близким расположением промышленно-производственных, складских и инженерно-строительных объектов, а также интенсивным движением транспортных средств.

Загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами может негативно повлиять на состояние как отдельных компонентов окружающей природной среды, так и на состояние экосистемы города Астрахани в целом.

#### **Список источников**

1. Синцов А. В., Бармин А. Н., Адымова Г. У. Почвенный покров урбанизированных территорий. Астрахань: АЦТ, 2010. 164 с.
2. Синцов А. В., Бармин А. Н. Загрязнение почвенного покрова г. Астрахани тяжелыми металлами // *Естественные и технические науки*. 2011. № 5 (55). С. 218–223.
3. Синцов А. В., Бармин А. Н., Валов М. В. Динамика тяжелых металлов в почвах урбоэкосистем // *Геология, география и глобальная энергия*. 2014. № 4 (55). С. 148–156.
4. Белякова Т. М., Дианова Т. М., Орлова Н. Д. Эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения почв Астрахани // *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 // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки*. 2019. № 3. С. 88–94.
6. Зимовец П. А. Ландшафтное зонирование урбогеосистем города Волжского // *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 // *Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов: мат-лы XIII Межрег. науч.-практич. конф. Волжский: Волжский гуманитар. 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 // *Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: мат-лы Междунар. науч.-практич. конф.* 2017. С. 378–383.
9. Горбов С. Н., Безуглова О. С. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах Ростовской агломерации. Ростов-на-Дону: Таганрог, 2020. 124 с.
10. Клачкова И. В. Изучение процесса воздействия антропогенных факторов на почвенный покров городских территорий // *Международное сотрудничество: опыт, проблемы и перспективы: сб. мат-лов Междунар. науч.-практич. конф.* 2020. С. 36–38.
11. Чермицынова А. Э., Черкашин Р. В. Воздействие антропогенного процесса на почву урбанизированных территорий // *Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: сб. мат-лов IX Междунар. науч.-практич. конф.* 2018. С. 52–55.
12. Трифонова Т. А., Забелина О. Н. Изменение биологической активности почвы городских рекреационных территорий в условиях загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами // *Почвоведение*. 2017. № 4. С. 497–505.
13. Чеснокова С. М., Савельев О. В., Губская С. В. Оценка фитотоксичности и ферментативной активности почв городских ландшафтов, загрязненных тяжелыми металлами (на примере города Судогда) // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 2. С. 187–192.
14. Черкашин Р. В. Химически трансформированные почвы г. Астрахани: современное развитие и территориальное распространение // *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 // *Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты: сб. мат-лов Междунар. науч.-практич. конф.* 2019. С. 51–54.

#### References

1. Sintsov A. V., Barmin A. N., Adyamova G. U. Soil cover of urbanized territories. Astrakhan: ATsT; 2010:164.
2. Sintsov A. V., Barmin A. N. Contamination of the soil cover of the city of Astrakhan with heavy metals. *Natural and technical sciences*. 2011; 5(55):218–223.
3. Sintsov A. V., Barmin A. N., Valov M. V. Dynamics of heavy metals in soils of urban ecosystems. *Geology, Geography and Global Energy*. 2014; 4(55):148–156.
4. Belyakova T. M., Dianova T. M., Orlova N. D. Ecological and geochemical assessment of technogenic pollution of soils in Astrakhan. *Geography and natural resources*. 1998; 2:37–42.
5. Sukhonosenko D. S. Analysis of the spatial dynamics of soil pollution by heavy metals within the residential zone of the city of Mikhailovka. *News of higher educational institutions. North Caucasian region. Series "Natural Sciences"*. 2019; 3:88–94.
6. Zimovets P. A. Landscape zoning of the urban geosystems of the Volzhsky city. *Bulletin of the Voronezh State University. Series "Geography. Geoecology"*. 2016; 3:61–65.
7. Zimovets P. A. Content of heavy metals in the soils of the residential zone of the city of Volzhsky. In the collection: *Problems of sustainable development and ecological and economic security of regions. Materials of the XIII Interregional Scientific and Practical Conference*. Volzhsky: Volga Humanitarian Institute (branch) of Volgograd State University; 2017:74–76.
8. Zimovets P. A. Influence of the provision of the Volzhsky city with green spaces on the content of plant nutrients in soils. *Ecological and reclamation aspects of rational nature management*. 2017:378–383.
9. Gorbov S. N., Bezuglova O. S. Heavy metals and radionuclides in the soils of the Rostov agglomeration. Rostov-on-Don; Taganrog; 2020:124.
10. Klachkova I. V. Study of the process of the impact of anthropogenic factors on the soil cover of urban areas. *International cooperation: experience, problems and prospects*. 2020:36–38.
11. Cheremitsynova A. E., Cherkashin R. V. The impact of the anthropogenic process on the soil of urbanized territories. *Scientific and technical progress: actual and promising directions of the future*. 2018:52–55.
12. Trifonova T. A., Zabelina O. N. Changes in the biological activity of the soil of urban recreational areas under conditions of pollution with heavy metals and oil products. *Pochvovedenie*. 2017; 4:497–505.
13. Chesnokova S. M., Savelyev O. V., Gubskaya S. V. Assessment of phytotoxicity and enzymatic activity of soils of urban landscapes contaminated with heavy metals (for example, the city of Sudogda). *Success of modern natural science*. 2016; 2:187–192.
14. Cherkashin R. V. Chemically transformed soils of the city of Astrakhan: modern development and territorial distribution. *Natural sciences: topical issues and social challenges*. Compiled by N. S. Shuvaev, E. A. Kolchin. Astrakhan; 2019:108–110.
15. Maksimova O. Y. The problem of the spread of landfills as a source of soil pollution in the Astrakhan region. *Fundamental scientific research: theoretical and practical aspects*. 2019:51–54.

#### Информация об авторах

Синцов А. В. – кандидат географических наук;  
Бармин А. Н. – доктор географических наук, профессор;  
Зимовец П. А. – кандидат сельскохозяйственных наук;  
Валов М. В. – кандидат географических наук, доцент;  
Синцова Н. В. – студент.

#### Information about the authors

Sintsov A. V. – Candidate of Sciences (Geographical);  
Barmin A. N. – Doctor of Sciences (Geographical), Professor,  
Zimovets P. A. – Candidate of Sciences (Agriculture);  
Valov M. V. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor;  
Sintsova N. V. – student.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.04.2022; одобрена после рецензирования 05.05.2022;  
принята к публикации 11.05.2022.

The article was submitted 26.04.2022; approved after reviewing 05.05.2022; accepted for  
publication 11.05.2022.