

ГЕОЭКОЛОГИЯ
(ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 614.771

doi 10.21672/2077-6322-2021-83-4-033-040

**Геоэкологическая оценка современного содержания хрома
в урбанизированных почвах Юга России**

**Александр Владимирович Синцов^{1✉}, Бармин Александр Николаевич²,
Зимовец Пётр Александрович³, Валов Михаил Викторович⁴,
Синцова Наталия Владимировна⁵**

^{1,2,4,5}Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия

³ООО «ТОРА», г. Волжский, Россия

^{1,5}limsav@yandex.ru✉

²abarmin60@mail.ru

³zimovetspa@mail.ru

⁴m.v.valov@mail.ru

Аннотация. На территории города почвенный покров подвергается значительным антропогенным и техногенным воздействиям, которые способствуют развитию ряда негативных процессов деградации почвы.

Одним из таких процессов, является процесс загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами, которые обладают высокой биохимической активностью и токсичностью. Тяжелые металлы способны накапливаться в компонентах окружающей среды, в том числе и в организме живых существ, оказывая отрицательное воздействие на их состояние.

Большая опасность для человека и окружающей природной среды возникает, когда содержание веществ загрязнителей относящихся к группе тяжелых металлов превышает предельно допустимую концентрацию в почве урбанизированной территории.

Наличие большого количества источников антропогенно-техногенного воздействия на окружающую среду городской территории способствует развитию процесса загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Одним из основных химических элементов-загрязнителей городской почвы, относящийся к группе тяжелых металлов, является хром (Chromium, Cr).

В работе дается описание результатов проведенного в 2020 г. исследования современного содержания хрома в почве г. Астрахани.

Актуальность работы состоит в проведении геохимического анализа современного содержания тяжелых металлов в городской почве. Целью работы являлось исследование содержания хрома в почве областного центра и его участия в процессе загрязнения почвенного покрова. В основе работы стояла задача определения степени превышения гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации хрома в пробах почв.

В работе были задействованы методы экологических и географических 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 хрома в почве г. Астрахани и выявлены основные источники поступления в окружающую среду.

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

Для цитирования: Синцов А. В., Бармин А. Н., Зимовец П. А., Валов М. В., Синцова Н. В. Геоэкологическая оценка современного содержания хрома в урбанизированных почвах Юга России // Геология, география и глобальная энергия. 2021. № 4(83). С. 33–40. <https://doi.org/10.21672/2077-6322-2021-83-4-033-040>.

GEOECOLOGY (GEOGRAPHICAL SCIENCES)

Original article

Geoecological assessment of the current chromium content in the urbanized soils of the South of Russia

Alexander V. Sintsov^{1✉}, Alexander N. Barmin², Peter A. Zimovets³, Mikhail V. Valov⁴, Natalia V. Sintsova⁵

^{1,2,4,5} Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

³ООО "TORA", Volzhsky, Russia

^{1,5}imsav@yandex.ru ✉

²abarmin60@mail.ru

³zimovetspa@mail.ru

⁴m.v.valov@mail.ru

Abstract. On the territory of the city, the soil cover is exposed to significant anthropogenic and technogenic impacts, which contribute to the development of a number of negative processes of soil degradation.

One of these processes is the process of soil pollution with heavy metals, which have high biochemical activity and toxicity. Heavy metals are able to accumulate in the components of the environment, including in the body of living beings, having a negative effect on their condition.

A great danger to humans and the environment arises when the content of pollutants belonging to the group of heavy metals exceeds the maximum permissible concentration in the soil of an urbanized area.

The presence of a large number of sources of anthropogenic and technogenic impact on the environment of the urban area contributes to the development of the process of soil pollution with heavy metals.

One of the main chemical elements-pollutants of urban soil belonging to the group of heavy metals is chromium (Chromium, Cr).

The paper describes the results of a study conducted in 2020 on the current chromium content in the soil of the city of Astrakhan.

The relevance of the work lies in the geochemical analysis of the current content of heavy metals in the soil of the city of Astrakhan. The aim of the work was to study the chromium content in the soil of the city of Astrakhan and its participation in the process of soil pollution. The work was based on the task of determining the degree of exceeding the hygienic standards of the maximum permissible concentration of chromium in soil samples. Methods of ecological and geographical research were used in the work, soil samples were collected, 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, indicators of exceeding the maximum permissible concentration of chromium in the soil of Astrakhan were determined and the main sources of input into the environment were identified.

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

For citation: Sintsov A. V., Barmin A. N., Zimovets P. A., Valov M. V., Sintsova N. V. Geoecological assessment of the current chromium content in the urbanized soils of the South of Russia. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya = Geology, geography and global energy*. 2021;4(83):33–40 (In Russ.). <https://doi.org/10.21672/2077-6322-2021-83-4-033-040>.

Процесс загрязнения почвенного покрова веществами относящиеся к группе тяжелых металлов является одной из важных проблем современного состояния окружающей среды, в том числе и урбоэкосистем. Тяжелые металлы встречаются как в системах антропогенного происхождения, так и в системах естественного происхождения. Для данной группы химических элементов характерно наличие опасных для окружающей природной среды свойств, а именно способности аккумулироваться и токсично воздействовать на живой организм.

Основная часть тяжелых металлов поступают в почву на территории города от подвижных или стационарных источников антропогенного происхождения. К подвижным источникам загрязнения окружающей среды и в том числе почвы относятся: транспортные средства, промышленно-технологические системы. Стационарными источниками загрязнения городской почвы являются: промышленно-производственные предприятия, территории строительной деятельности и обслуживания технических средств, зоны складирования материалов и отходов.

Для урбанизированных территорий характерно разнообразие химических элементов группы тяжелых металлов, накапливающихся в почве. Одним из таких наиболее токсичных элементов, участвующих в процессе загрязнения городского почвенного покрова является хром Cr и его соединения.

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

На территории города отмечается повышенный уровень загрязнения почвы хромом, что связано с большим количеством антропогенных источников. Основными источниками хрома и его соединений являются промышленно-производственный и агрохозяйственный комплексы, транспорт, объекты строительной деятельности и коммунальные системы городского функционирования. В случае превышения концентрации данного вещества в окружающей среде может произойти угнетение жизненных систем живых организмов, в том числе и человеческого.

В 2020 г. на территории г. Астрахани были проведены геохимические исследования содержания хрома в почве.

Город Астрахань является крупной урбоэкосистемой, почвенный покров в которой подвергается большому антропогенному влиянию.

Одной из основных проблем состояния окружающей среды города Астрахани является загрязнение почвы тяжелыми металлами, в том числе и хромом, который относится к группе основных загрязнителей.

На территории города основными источниками загрязнения почвы тяжелыми металлами являются объекты: коммунального обеспечения (тепло,

гидро и энергосистемы), промышленно-производственного, транспортного, хозяйственно-бытового и инженерно-строительного назначения. Данные источники можно подразделить на несколько групп: 1) районные источники (теплоэлектроцентрали, котельные, системы водоснабжения и водоотведения и т. д.); 2) линейные источники (автомобильные и железнодорожные пути, аэродромы, объекты обеспечения функционирования транспортной инфраструктуры); 3) локально-площадные источники (промышленно-производственные предприятия, аэропорт, речной порт); 4) точечно-площадные источники (свалки промышленно-бытовых отходов, склады горюче-смазочных материалов, гаражные кооперативы, заправочные станции, строительные площадки) [2].

Общее количество стационарных источников поступления тяжелых металлов в почву города Астрахани составляет примерно 115 объектов, основное количество которых расположено на левом берегу р. Волги.

Наибольшее загрязнение почвы города хромом отмечается в районах источников линейного, локально площадного и точечно площадного расположения, тяготея к промышленно-транспортной инфраструктуре.

Процесс загрязнения городской почвы хромом и его токсичными соединениями происходит в ходе производственно-технического процесса, обработки деталей технических систем, эксплуатации хромосодержащих материалов, агрохозяйственной и инженерно-строительной деятельности.

На территории г. Астрахани в 2020 г. проводились геохимические исследования загрязнения почвенного покрова основными химическими элементами, относящимися к группе тяжелых металлов, одним из которых был хром. В ходе проведенного 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 (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема месторасположения точек отбора проб почв на территории г. Астрахани

В лабораторных условиях был проведен химический анализ почвенных образцов основывающийся на методах пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3:36-02 и атомно-абсорбционной анализа РД 52.18.191-89.

Полученные сведения проведенного анализа почвенного материала легли в основу составления таблицы результатов содержания хрома в почве контрольных точек.

Используемые в исследовании гигиенические нормативы предельно-допустимой концентрации (ПДК) хрома в почве соответствуют гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06.

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

Наибольшая концентрация хрома в почве относительно установленных гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации ГН 2.1.7.2041-06 отмечается в пробах, взятых на улицах: ул. Вильямса (29,8 мг/кг), ул. Чкалова (28,3 мг/кг) (см. табл.).

Таблица

Средние показатели концентрации хрома в почве г. Астрахани

№	Местоположение отбора пробы	Валовое содержание Zn, мг/кг	Превышение ПДК валового содержания Zn, %
1.	ул. Савушкина	24,4	4,0
2.	ул. Яблочкова	23,1	3,8
3.	ул. С. Перовская	22,2	3,7
4.	ул. Н. Островского	20,5	3,4
5.	ул. Боевая	21,8	3,6
6.	ул. Боевая	24,5	4,0
7.	ул. Магистральная	20,3	3,3
8.	ул. Пушкина	25,1	4,1
9.	ул. Кубанская	25,0	4,1
10.	ул. Адмирала Нахимова	26,4	4,4
11.	ул. Рождественского	27,1	4,5
12.	ул. Чкалова	28,3	4,7
13.	ул. Вильямса	29,8	4,9

Относительно гигиенических нормативов предельно допустимой концентрации наибольшее превышение хрома, зарегистрировано в пробах, взятых на улицах Вильямса и Чкалова. Отмечается почти пятикратное превышение.

Наименьшие показатели содержания хрома в почве, отмечается в пробах, взятых на улицах: ул. Н. Островского (20,5 мг/кг) и ул. Магистральная (20,3 мг/кг).

Разные показатели содержания хрома в пробах почв можно связать с разнообразием и особенностями воздействия источников загрязнения вблизи точек взятия почвенного материала на территории г. Астрахани. Показатели повышенной концентрации хрома 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.

Высокие показатели концентрации хрома в почвенных пробах, взятых на улицах Вильямса, Рождественского, Чкалова также 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). Поступление большого

количества строительного материала и привозного грунта поступало при проведении таких работ.

Процесс загрязнения почвы веществами-загрязнителями относящиеся к группе тяжелых металлов значительно ухудшает экологические функции почвы, отрицательно сказываясь на состоянии всей геосистемы г. Астрахани.

Информация об авторах

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

Information about the authors

A. V. Sintsov – Candidate of Geographic Sciences;
A. N. Barmin – Doctor of Geographic Sciences, Professor;
P. A. Zimovets – Candidate of Agricultural Sciences;
M. V. Valov – Candidate of Geographic Sciences;
N. V. Sintsova – 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.

Список источников

1. Синцов А. В., Бармин А. Н., Адямова 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 : материалы XIII Межрегиональной научно-практической конференции. Волжский гуманитарный институт (филиал) Волгоградского государственного университета. Волжский, 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 : материалы Международной научно-практической конференции. Волжский, 2017. С. 378–383.

9. Горбов С. Н., Безуглова О. С. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах Ростовской агломерации. Ростов н/Д ; Таганрог, 2020. 124 с.
10. Клачкова И. В. Изучение процесса воздействия антропогенных факторов на почвенный покров городских территорий // Международное сотрудничество: опыт, проблемы и перспективы : сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Москва, 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 : сборник материалов IX Международной научно-практической конференции. Кемерово, 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 : материалы Международной научно-практической конференции / 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 : сборник материалов Международной научно-практической конференции. Кемерово, 2019. С. 51–54.

References

1. Sintsov A. V., Barmin A. N., Adyamova G. U. Soil cover of urbanized territories. Astrakhan: AST; 2010. 164 p.
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. *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*. Volzhsky; 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: Materials of the International Scientific and Practical Conference*. Volzhsky; 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 p.
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. Collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference. Moscow; 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. Collection of materials of the IX International Scientific and Practical Conference.* Kemerovo; 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: Materials of the international scientific and practical conference.* 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: Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference.* Kemerovo; 2019:51–54.

Статья поступила в редакцию 15.11.2021; одобрена после рецензирования 17.11.2021; принята к публикации 20.11.2021.

The article was submitted 15.11.2021; approved after reviewing 17.11.2021; accepted for publication 20.11.2021.