

5. *Волошин Е.И.* Баланс микроэлементов и тяжелых металлов в агроценозах Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 3. – С. 21–28.
6. *Молчанова И.В., Караваяева Е.Н.* Эколого-геохимические аспекты миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове. – Екатеринбург, 2001. – 160 с.
7. Агроэкологическая характеристика пахотных почв РФ по данным локального мониторинга / *В.Г. Сычев, В.Г. Пякощиков, А.В. Кузнецов* [и др.] // Сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. – Казань: Изд-во КГТУ, 2001. – С. 14–34.
8. Ведение животноводства в условиях радиоактивно-го загрязнения среды / *Н.П. Лысенко, А.Д. Пастернак, Л.В. Рогожина* [и др.]. – СПб.: Лань, 2005. – 240 с.
9. *Подольяк А.Г., Тимофеев С.Ф., Персикова Т.Ф.* Переход цезия-137 и стронция-90 в травостои низинных лугов на торфяно-болотных почвах // *Агрохимия*. – 2004. – № 11. – С. 63–70.
3. *Gileva Je.V.* Ocenka mutagenogogo jeffekta zagrzaznenij vneshnej sredy v Kamenskom rajone Sverdlovskoj oblasti // *Tez. dokl. nauch.-prakt. konf.* – Ekaterinburg, 1993. – S. 14–15.
4. *Demina Je.A.* Modifikacija citogeneticheskikh jeffektov, inducirovannyh radiaciej v malyh dozah // *Hronicheskoe radiacionnoe vozdejstvie: jeffekty malyh doz: tez. dokl. IV mezhdunar. konf.* – Cheljabinsk, 2010. – S. 112–114.
5. *Voloshin E.I.* Balans mikrojelementov i tzhzhelyh metallov v agrocenozah Krasnojarskogo kraja // *Vestn. KrasGAU*. – 2017. – № 3. – S. 21–28.
6. *Molchanova I.V., Karavaeva E.N.* Jekologo-geohimicheskie aspekty migracii radionuklidov v pochvenno-rastitel'nom pokrove. – Ekaterinburg, 2001. – 160 s.
7. *Agrojekologicheskaja harakteristika pahotnyh pochv RF po dannym lokal'nogo monitoringa* / *V.G. Sychev, V.G. Pjashchikov, A.V. Kuznecov* [i dr.] // *Sb. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf.* – Kazan': Izd-vo KGTU, 2001. – S. 14–34.
8. *Vedenie zhivotnovodstva v uslovijah radioaktivnogo zagrzaznenija sredy* / *N.P. Lysenko, A.D. Pasternak, L.V. Rogozhina* [i dr.]. – SPb.: Lan', 2005. – 240 s.
9. *Podoljak A.G., Timofeev S.F., Persikova T.F.* Perehod cezija-137 i stroncija-90 v travostoi nizinyh lugov na torfjano-bolotnyh pochvah // *Agrohimiya*. – 2004. – № 11. – S. 63–70.

#### Literatura

1. *Miheeveva E.A.* Vlijanie malyh doz ionizirujushhego izlucheniya na pokazateli krovi krupnogo rogatogo skota // *Zootehniya*. – 2006. – № 7. – S. 24–26.
2. *Okunev A.M.* Parametry tehnogennogo oblucheniya krupnogo rogatogo skota na juge Tjumenskoj oblasti // *Sb. nauch. tr. VNIIVJeA*. – 2007. – № 49. – S. 154–159.

УДК 631.416:546.7/8

*К.С. Горлушкина, С.Э. Бадмаева*

#### СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ г. КРАСНОЯРСКА

*K.S. Gorlushkina, S.E. Badmaeva*

#### THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOILS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES OF KRASNOYARSK

**Горлушкина К.С.** – асп. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: miss.kristy@mail.ru

**Бадмаева С.Э.** – д-р биол. наук, проф., зав. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: s.bad55@mail.ru

**Gorlushkina K.S.** – Post-Graduate Student, Chair of Inventory of Built-up Territories and Layout of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: miss.kristy@mail.ru

**Badmaeva S.E.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Inventory of Built-up Territories and Layout of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: s.bad55@mail.ru

В статье представлены материалы по техногенному загрязнению земель под влиянием промышленных выбросов предприятий КрасМаш, КрасТЭЦ-1 и РУСАЛ. Исследования проводились на территориях, прилегающих к этим промышленным предприятиям, в период 2015–2017 гг. Были установлены суммарные показатели загрязнения земель тяжелыми металлами на территориях исследуемых объектов. Представлены данные анализа загрязнения земель тяжелыми металлами. Проведен сравнительный анализ полученных данных к уровню предельно допустимой концентрации. Определены химические загряз-

нения и их рост по всем показателям почвы, которые были превышены в период 2015–2017 гг., это говорит о ежегодном формировании загрязнений в слоях почвы, степень которых необходимо количественно описывать и прогнозировать для проектирования и зонирования городских территорий. Также установлена взаимосвязь между суммарными показателями загрязнителей почв. Загрязненность почв тяжелыми металлами и другими поллютантами была охарактеризована в границах исследуемых территорий путем математических вычислений и метода оседания. Далее дана комплексная оценка

экологического состояния районов расположения исследуемых объектов для дальнейших рекомендаций по землепользованию этих районов. Сформированы предложения по совершенствованию мониторинга земель для районов промышленно-урбанизированных территорий. Полученные результаты позволили сформулировать предложения по совершенствованию качества мониторинга земель промышленно-урбанизированных территорий.

**Ключевые слова:** мониторинг, загрязнение, тяжелые металлы, поллютанты, почвы.

*The materials on technogenic pollution of lands under the influence of industrial emissions of the enterprises Krasmach, KRASETETS-1 and RUSAL are presented in the study. The researches were conducted on the territories adjacent to these industrial enterprises, during 2015–2017. Total indicators of pollution of lands by heavy metals in territories of studied objects were established. The data of the analysis of lands pollution with heavy metals are submitted. Comparative analysis of obtained data to the level of maximum permissible concentration was carried out. Chemical pollution and their growth were determined by all indicators of the soil which were exceeded during 2015–2017, it testifies about annual formation of pollution in the layers of the soil which degree needs to be described and predicted quantitatively for the design and zoning of urban areas. The interrelation between total indicators of soils pollutants was also established. The impurity of soils was characterized by heavy metals and other pollutants in the borders of studied territories by mathematical calculations and the method of subsidence. Further complex assessment of ecological condition of regions of the arrangement of studied objects for further recommendations about land use of these areas was given. The suggestions for the improvement of lands monitoring for the areas of industrial urbanized territories were made. Received results also allowed formulating the suggestions for the improvement of the quality of lands of industrial urbanized territories monitoring.*

**Keywords:** monitoring, pollution, heavy metals, pollutants, soils.

**Введение.** Для рационального использования и охраны земель необходимо систематически проводить мониторинг и обновлять данные о их состоянии.

Результатами мониторинга являются систематические периодические наблюдения, а также оценка прогнозирования о состоянии почвенного покрова. Такие данные необходимы для проектирования застройки жилых районов и городов в целом, проведения экологического мониторинга за состоянием городских земель, изменения функционального назначения отдельных зон городских земель, а также кадастровой и экологической оценки земель населенных пунктов.

Качество природной среды невозможно в полной мере представить и отразить, так как обеспечение прогноза и контроля загрязнений промышленных территорий представлено рядом не полностью взаимосвязанных регламентов, процедур и систем оценок экологической безопасности. Возможности современных средств надзора и моделирования для прогноза загрязнения городских территорий промышленными предприятиями используются не в полном объеме.

Исследования направлены на изучение состояния загрязнения земель и пополнение сведений о характере

нарушений почвы промышленно-урбанизированных территорий, необходимых для рационального землепользования и ведения государственного учёта земель в Едином государственном реестре недвижимости.

**Цель исследования.** Анализ мониторинга загрязнения земель под влиянием промышленных выбросов предприятиями Красмаш, КрасТЭЦ, РУСАЛ, поиск путей снижения уровня загрязнения и рационального использования загрязнённых земель.

**Задачи исследования:** произвести сбор гумусового слоя для его анализа в лаборатории; дать оценку состояния почвенного слоя территорий промышленных предприятий; отследить уровень загрязнения почвенного слоя в период 2015–2017 гг.; сформировать предложения по совершенствованию мониторинга земель для районов промышленно-урбанизированных территорий.

**Объект и метод исследования.** Территории, прилегающие к промышленным предприятиям Красмаш, КрасТЭЦ-1 и РУСАЛ. Была применена методика комплексного экологического мониторинга промышленно-урбанизированных территорий.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Выбросы от исследуемых предприятий и оседание загрязнителей, которые находятся в атмосферном воздухе, влияют на химическое загрязнение почв. В состав взвешенных веществ выбросов объектов исследования входят следующие вещества: медь, никель, свинец, хром и другие.

Сбор необходимой информации заключался в анализе результатов контрольно-надзорной деятельности и мониторинга по соблюдению требований природоохранного законодательства, а также материалов лабораторных исследований источников выбросов предприятий [1, 2].

Главные загрязняющие химические вещества и тяжелые металлы для каждого промышленного предприятия и их класс опасности определяются согласно ГОСТ 14.4.3.04-85 и 17.4.1.02-83, а список показателей, обязательных для оценки санитарного состояния почв городских территорий в зависимости от их функционального назначения, регламентируется СанПиН 2.1.7.1287-03. В исследовании оценивалось содержание подвижной формы тяжёлых металлов.

Исследование химического загрязнения почвенного покрова территорий проводилось в период 2015–2017 гг. путём анализа результатов проб, отобранных с глубины 0–20 см, так как в этом слое почв находится наибольшее количество загрязняющих веществ. Пробы почв передавались в лабораторию санитарно-эпидемиологического надзора для исследования на загрязнение. На территории каждого объекта раз в квартал проводился забор почв, по 5 точек на каждой территории. Затем вычислялся средний показатель по каждой территории. Лаборатория предоставила сведения по проведению химического анализа, сравнение анализов с ПДК, заключение и протокол о работах. Все данные анализировались, систематизировались и отображались в таблицах и диаграммах [3, 4]. В частности, мы рассматривали показатели тяжёлых металлов. Показатель санитарно-гигиенического качества почвенного покрова определяет предельно допустимая концентрация (ПДК).

На основании критериев предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ, в частности тяжёлых металлов в почвах, и допустимых уровней их содержания по показателям вредности (по состоянию на

01.01.1991. Госкомприрода СССР, № 02-2333 от 10.12.90) определены степени загрязнения почв.

За период 2015–2017 гг. на территории Красмаша были установлены максимальные концентрации с превышением установленных норм среди следующих тяжелых металлов: медь – 8,2 мг/кг; цинк – 33,4; свинец – 46,8; хром – 6,81 мг/кг.

О сильном загрязнении почв района тяжелыми металлами говорят рассчитанные объемы выборочных средних показателей по всем точкам отбора. Так, значения средних показателей меди, цинка, хрома, свинца превышают нормы показателей ПДК (рис. 1).

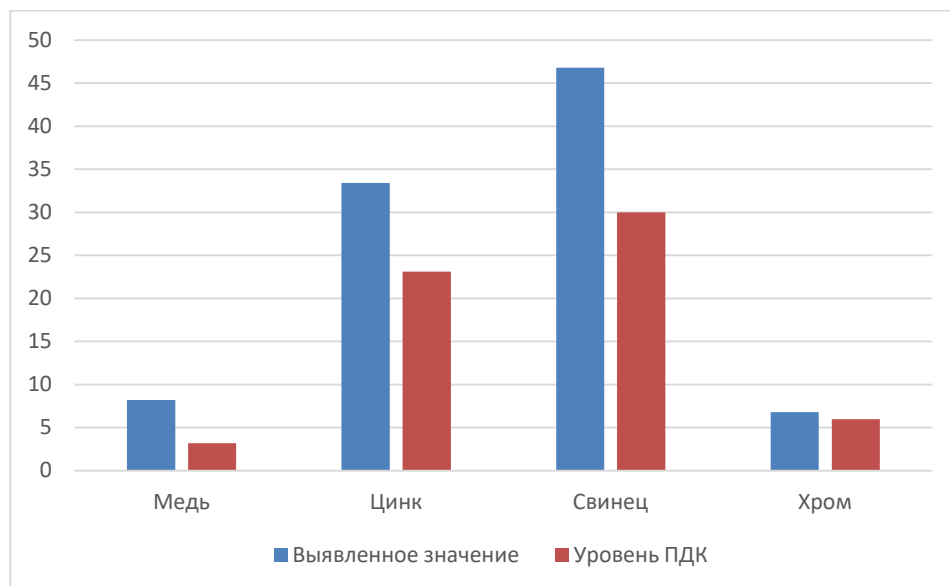


Рис. 1. Отношение выявленных значений тяжелых металлов к уровню ПДК на территории Красмаша (2015–2017 гг.)

В 2015, 2016 и 2017 гг. было зафиксировано повышенное содержание тяжелых металлов в почве района расположения РУСАЛа, имеющее периодический и пространственный характер, не связанное с деятельностью

РУСАЛа. Уровень содержания загрязняющих веществ в почве в период наблюдения превышал ПДК по хрому, свинцу, меди, цинку (табл., рис. 2).

**Содержание загрязняющих веществ в поверхностном слое почвы РУСАЛа, мг/кг**

Показатель (ПДК)	2015 г.	2016 г.	2017 г.
	25 июня	22 июня	29 июня
Свинец (30)	31,15	34,1	39,16
Кадмий (2)	2,017	2,082	2,76
Медь (3)	3,92	3,96	4,0
Цинк (23)	30	31	32
Никель (4)	5,19	5,92	5,94
Марганец (1500)	1573	1542	1543
Кобальт (5)	5,04	5,5	5,58
Хром(6)	6,89	6,99	7
Ртуть (2,1)	2,656	2,173	2,098
Мышьяк (2)	3	3,4	3,6

Данные свидетельствуют, что концентрации рассматриваемых химических веществ (свинца, меди, цин-

ка, никеля) превышают или близки к значениям уровня ПДК.

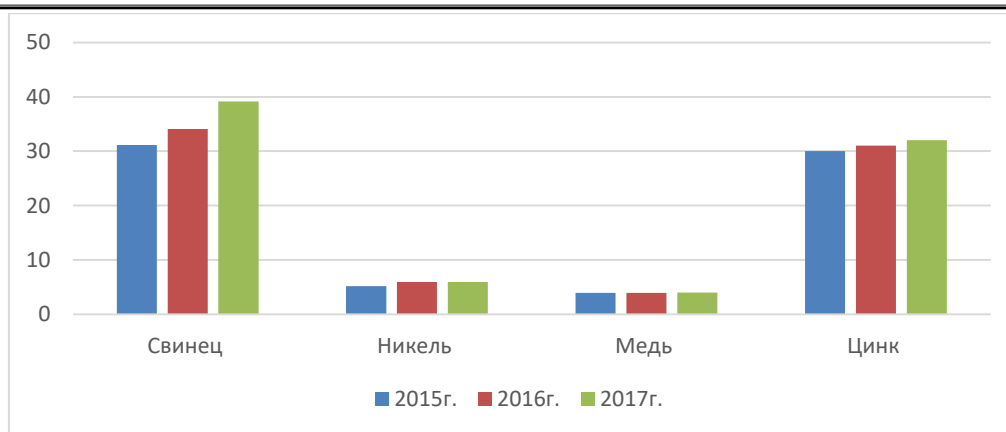


Рис. 2. Содержание загрязняющих веществ в поверхностном слое почвы на территории РУСАЛа (2015–2017 гг.)

За период 2015–2017 гг. на территории КрасТЭЦ-1 был зафиксирован ежегодный рост загрязнений почв поллютантами. Так, в 2017 г. были зафиксированы максимальные содержания загрязнений тяжелыми металлами

(подвижные формы) с превышением установленных норм уровня предельно допустимых концентраций: цинк – 42 мг/кг; медь – 4,6; никель – 5,5; кобальт – 6,08; свинец – 35,2 мг/кг (рис. 3).

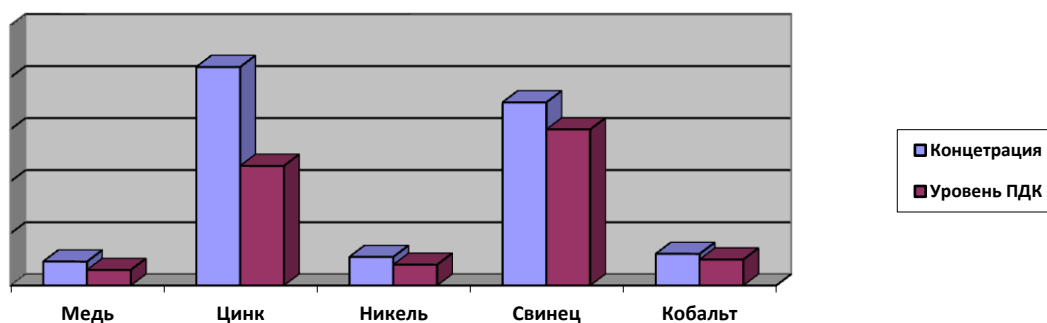


Рис. 3. Отношение выявленных значений тяжелых металлов к уровню ПДК на территории КрасТЭЦ-1 (2015–2017 гг.)

Таким образом, мы видим, что в течение трех лет наблюдалась ежегодная динамика прироста загрязненности по всем показателям в районах исследуемых объектов. Оценка загрязнения земель проводилась по суммарному показателю загрязняющих веществ. Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что земли относятся к сильнозагрязненным.

Загрязнители чаще всего накапливаются в верхних слоях почв (до 20 см), незначительно перемещаясь по поверхности. Они оказывают прямое действие на почвенные микроорганизмы, уменьшая биомассу, продуктивность и биоразнообразие почвенной фауны [5, 6].

Загрязняющие вещества проникают по трещинам, капиллярам и порам. Впоследствии вода стремится к течению в горизонтальном направлении вдоль подстилающих поверхностей верхнеюрских глин. Таким образом, гидрологические особенности территории являются фактором образования общего представления загрязнения почв вредными веществами и одновременно объяснением тесной связи высокого содержания тяжелых металлов в почвенном слое и подземных водах на отдельных территориях. Также возможно, что почва в некоторых местах может быть подвержена загрязнению вследствие исполь-

зования насыпных грунтов, которые ранее были загрязнены тяжелыми металлами.

Результаты анализов загрязнения почвенного покрова в зоне расположения исследуемых нами предприятий позволили выявить временные и пространственные закономерности изменений химического загрязнения природной среды и оценить особенности информативности параметров мониторинга для промышленных предприятий.

Благодаря полученным результатам, можно представить характер распространения вредных веществ на территориях расположения промышленных предприятий, что является необходимым условием для проектирования и застройки жилых зон районов промышленно-урбанизированных территорий.

Экологическое состояние района в 2018 г. по комплексному показателю определено как «напряжённое» ввиду превышения ПДК в почвах территорий промышленных предприятий. Таким образом, можно сделать вывод, что почвенный покров промышленно-урбанизированных территорий не справляется с антропогенными нагрузками.

Из-за действия тяжёлых металлов проявляется снижение роста растений и биохимической активности в целом. Также в организме животных накапливаются тяже-

лые металлы, из-за чего нарушаются их биохимические и физиологические функции [7, 8].

Загрязнение земель тяжелыми металлами может быть опасными для жизнедеятельности населения близлежащих районов, может вызвать у человека и животного разные заболевания, такие как онкология, аллергия и разрушение нервной системы [9].

**Выводы.** Для сокращения содержания поллютантов в почве необходима модернизация промышленных предприятий, создание расширенных санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий (КрасМАШ, КрасТЭЦ-1 и РУСАЛ).

Необходимо произвести нормирование загрязнения территорий промышленных предприятий, а также разработать мероприятия по уменьшению выбросов.

Для борьбы с загрязнением земель тяжелыми металлами необходимо вносить в почву органические вещества, что даст увеличение кислотности.

Также следует продолжать мониторинг и прогнозирование загрязнения земель для устранения миграции растворимой формы тяжелых металлов.

Особенно следует обратить внимание на привлечение жителей, проживающих вблизи района с высоким уровнем загрязнения, к здоровому образу жизни и запретить выращивание продуктов питания вблизи промышленных предприятий.

#### Литература

1. Васильева Т.В. Демиденко Г.А. Экоотоксикологическая оценка почв в окрестностях Алюминиевого завода города Красноярск методами биотестирования // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 9. – С. 44–52.
2. Герасимова М.И. Антропогенные почвы. Генезис, география, рекультивация. – М.: Ойкумена, 2003. – С. 268.
3. Головин А.А. Современные подходы к методике эколого-геохимических исследований урбанизированных территорий // Разведка и охрана недр. – 2004. – № 3. – С. 67–73.
4. Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. Урбоэкодиагностика: методология и принципы исследования городских территорий // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 1. – С. 3–7.
5. Курбатова А.С. Как реорганизовать промзоны // ЭКП. – 1997. – № 8. – С. 8–11.

6. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ, 2004. – С. 323.
7. Мотузова Г.В. Экологический мониторинг почв. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2011. – 237 с.
8. Сергеев А.П. Оценка современного состояния почвогрунтов урбанизированной территории муниципального образования по результатам эколого-геохимической съемки // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 1. – С. 82–88.
9. Хабаров В.А. Комплексная геоэкологическая оценка урбанизированных территорий в условиях техногенеза: дис. ... д-ра геогр. наук. – М., 2003. – 495 с.

#### Literatura

1. Vasil'eva T.V. Demidenko G.A. Jekotoksikologičeskaja ocenka pochv v okrestnostjakh Aljuminievogo zavoda goroda Krasnojarska metodami biotestirovanija // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 9. – S. 44–52.
2. Gerasimova M.I. Antropogennye pochvy. Genezis, geografija, rekul'tivacija. – M.: Ojkumena, 2003. – S. 268.
3. Golovin A.A. Sovremennye podhody k metodike jekologo-geohimicheskikh issledovanij urbanizirovannyh territorij // Razvedka i ohrana neдр. – 2004. – № 3. – S. 67–73.
4. Ivashkina I.V., Kochurov B.I. Urbojekodiagnostika: metodologija i principy issledovanija gorodskih territorij // Jekologija urbanizirovannyh territorij. – 2010. – № 1. – S. 3–7.
5. Kurbatova A.C. Kak reorganizovat' promzony // JeKiP. – 1997. – № 8. – S. 8–11.
6. Majstrenko V.N., Kļjuev H.A. Jekologo-analitičeskij monitoring stojkih organičeskikh zagrijaznitelej. – M.: BINOM, 2004. – S. 323.
7. Motuzova G.V. Jekologičeskij monitoring pochv. – M.: Akademicheskij Proekt; Gaudeamus, 2011. – 237 s.
8. Sergeev A.P. Ocenka sovremennogo sostojanija pochvogrunтов urbanizirovannoj territorii municipal'nogo obrazovanija po rezul'tatam jekologo-geohimicheskoi s'emki // Jekologija urbanizirovannyh territorij. – 2009. – № 1. – S. 82–88.
9. Habarov V.A. Kompleksnaja geojekologičeskaja ocenka urbanizirovannyh territorij v uslovijah tehnogeneza: dis. ... d-ra geogr. nauk. – M., 2003. – 495 s.

