

Хасанова Р.Ф.<sup>1</sup>, Суюндуков Я.Т.<sup>1,2</sup>, Семенова И.Н.<sup>1,2</sup>, Рафикова Ю.С.<sup>2</sup>, Серегина Ю.Ю.<sup>2</sup>

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРНОРУДНОГО РЕГИОНА

<sup>1</sup>Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета, 453837, Сибай;

<sup>2</sup>Сибайский филиал Института стратегических исследований Республики Башкортостан, 453837, Сибай

**Введение.** В работе представлены результаты исследования качества почвенного покрова в городах, расположенных на территории горнорудных районов Зауралья Республики Башкортостан. Объектом исследования послужили почвы земель различного назначения городов Учалы, Сибай и Баймак. В ходе исследования почвы промышленных зон были отобраны образцы, прилегающие к отвалам и хвостохранилищам горнорудного производства на расстоянии до 500 м. В рекреационную зону включали территории парков, в селитебную отнесли все микрорайоны, где проживает население города. Изучались территории коллективных садов, расположенные близко к источникам загрязнения.

**Материал и методы.** Валовое содержание тяжёлых металлов и их подвижные формы, извлекаемые из почвы аммонийно-ацетатным буфером при pH 4,8, были определены методом атомной абсорбции. Для оценки степени загрязнения почв использовались общепринятые в экологии значения предельно допустимых концентраций (ПДК) и регионального геохимического фона (РГФ). Для оценки степени загрязнения почвы рассчитывался суммарный показатель Zc по формуле Ю.Э. Саэта.

**Результаты.** В результате исследований во всех изученных почвенных образцах было выявлено превышение ПДК по валовым формам по содержанию Cu, Zn, в некоторых случаях Mn, Cd, Co. Расчёты суммарного показателя Zc показали, что городские почвы земель всех видов назначений по валовому содержанию отнесены к допустимой категории загрязнения. Уровень загрязнения почв тяжёлыми металлами во всех изучаемых городах выше в почвах промышленного назначения. Во всех изученных почвенных образцах был выявлен повышенный уровень подвижных форм Cu, Zn, Mn, Cd. Почвы селитебной зоны г. Баймак по содержанию подвижных форм относятся к умеренно опасной категории загрязнения, остальные исследуемые почвы имели допустимую категорию загрязнения. В городах Сибай и Учалы территории, прилегающие к отвалам карьера, относятся к высокоопасной категории загрязнения.

**Заключение.** Уровень загрязнённости тяжёлыми металлами почв урбанизированных территорий горнорудного региона Республики Башкортостан определяется видом назначения городских земель. Наиболее загрязнены почвы промышленных зон, расположенные в непосредственной близости к объектам горнорудного производства. Экологическая опасность загрязнения заключается в том, что в данной зоне находится часть жилых микрорайонов с приусадебными участками, а также садовые кооперативы, где выращиваются картофель, овощи и плодово-ягодные культуры.

Ключевые слова: суммарный показатель загрязнения; тяжёлые металлы; горнорудная промышленность; Зауралье Республики Башкортостан.

**Для цитирования:** Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т., Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Серегина Ю.Ю. Экологическая опасность загрязнения почв урбанизированных территорий горнорудного региона. *Гигиена и санитария*. 2019; 98 (12): 1370-1375. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1370-1375>

**Для корреспонденции:** Хасанова Резеда Фиргатовна, доктор биол. наук, доцент Сибайского института (филиала) Башкирского государственного университета, 453837, Сибай, вед. науч. сотр. Сибайского филиала Института стратегических исследований Республики Башкортостан, 453837, Сибай. E-mail: rezeda78@mail.ru

**Финансирование.** Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ и Правительством Республики Башкортостан научного проекта 18-413-020004 п. а.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Хасанова Р.Ф., Семенова И.Н., Суюндуков Я.Т.; сбор и обработка материала – Рафикова Ю.С., Серегина Ю.Ю.; статистическая обработка – Семенова И.Н.; написание текста – Хасанова Р.Ф.; редактирование – Суюндуков Я.Т.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей – все соавторы.

Поступила: 28.02.19

Принята к печати: 17.09.19

Опубликована: декабрь 2019

Khasanova R.F.<sup>1</sup>, Suyundukov Ya.T.<sup>1,2</sup>, Semenova I.N.<sup>1,2</sup>, Rafikova Yu.S.<sup>2</sup>, Seregina Yu.Yu.<sup>2</sup>

## THE ENVIRONMENTAL DANGER OF POLLUTION OF SOILS OF URBAN TERRITORIES OF THE MINING REGION

<sup>1</sup>Sibay Institute (Branch) of Bashkir State University, Sibay, Republic of Bashkortostan, 453837, Russian Federation;

<sup>2</sup>Sibay branch of the Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay, 453837, Russian Federation

**Introduction.** The article presents the results of the study of the quality of soil cover in the cities located in the mountainous areas of the Trans-Urals in the Republic of Bashkortostan. The object of the study was the soil of lands for various purposes in cities of Uchaly, Sibay, and Baymak. In the study of soils of industrial zones, there were taken samples adjacent to the dumps and tailing dumps of mining production at a distance of up to 500 m. In the recreational zone there were included the territories of parks, in the residential zone - all micro-districts where the population of the city resides. There were investigated territories of collective gardens located near sources of pollution.

**Material and methods.** The gross content of heavy metals and their mobile forms extracted from the soil of ammonium acetate buffer at pH 4.8 were determined by atomic absorption. Generally accepted ecological values of maximum permissible concentrations (MPC) and regional geochemical background (RGF) were used to estimate the degree of soil pollution. To assess the degree of soil pollution, the total ZC index was calculated using the formula proposed by Yu. E. Saet.

**Results.** As a result of the study, in all studied samples of the soil excess of MPC on gross forms on the content of Cu, Zn, in some cases, Mn, Cd, Co was revealed. Calculations of the General norm of Zc showed urban soil lands of all types of purpose by gross content to belong to the category of permissible pollution. The level of soil contamination with heavy metals in all the studied cities is higher in soils for industrial purposes. Increased level of mobile forms of Cu, Zn, Mn, Cd was revealed in all studied soil samples. The soils of the residential zone of Baymak according to the content of mobile forms belong to the moderately dangerous category of pollution, the rest of the studied soils had an acceptable category of pollution. In the cities of Sibay and Uchaly, the territories adjacent to the quarry dumps belong to a particularly dangerous category of pollution.

**Conclusion.** The level of soil contamination with heavy metals in urban areas of the Mountainous region of the Republic of Bashkortostan is determined by the type of destination of urban land. The most polluted are the soils of industrial zones located in close proximity to mining enterprises. The ecological danger of pollution is that in this zone there is a part of residential neighborhoods with knots, as well as garden cooperatives, where potatoes, vegetables and fruit and berry crops are grown.

**Key words:** total pollution index; heavy metals; mining industry; Trans-Urals of the Republic of Bashkortostan.

**For citation:** Khasanova R.F., Suyundukov Ya.T., Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Seregina Yu.Yu. The environmental danger of pollution of soils of urban territories of the mining region. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(12): 1370-1375. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-12-1370-1375>

**For correspondence:** Reseda F. Khasanova, MD, Ph.D., DSci., Associate Professor of the Sibay Institute (Branch) of Bashkir State University, Sibay, Republic of Bashkortostan, 453837, Russian Federation leading researcher of the Sibay branch of the Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibay, 453837, Russian Federation. Email: [rezeda78@mail.ru](mailto:rezeda78@mail.ru)

**Information about the authors:** Khasanova R.F., <https://orcid.org/0000-0002-8917-0561>  
Suyundukov Ya.T., <https://orcid.org/0000-0002-6257-6537>; Semenova I.N., <https://orcid.org/0000-0001-8213-6275>  
Rafikova Yu.S. <https://orcid.org/0000-0001-9205-736X>; Seregina Yu.Yu., <https://orcid.org/0000-0003-3194-4568>

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgment.* The publication was prepared in the framework of the scientific project 18-413-020004 p\_a supported by the Russian Foundation for basic research and the Government of the Republic of Bashkortostan.

*Contribution:* The concept and design of the research - Khasanova R.F., Semenova I.N., Suyundukov Ya.T.; collection and processing of material - Khasanova R.F., Suyundukov Ya.T., Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Seregina Yu.Yu.; statistical processing - Khasanova R.F., Suyundukov Ya.T., Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Seregina Yu.Yu.; writing text - Khasanova R.F., Suyundukov Ya.T., Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Seregina Yu.Yu.; editing - Suyundukov Ya.T.; approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

Received: February 28, 2019

Accepted: September 17, 2019

Published: December 2019

## Введение

Качество почвы характеризует не только эколого-гигиеническое состояние наземных экосистем, но и экологическое благополучие окружающей среды [1, 2]. В этой связи большой интерес представляет анализ экотоксикологического состояния городских почв. В Зауралье Республики Башкортостан, где благодаря наличию большого количества медноколчеданных месторождений бурное развитие получили горнодобывающая и рудоперерабатывающая промышленности, в качестве мощного источника негативного воздействия на природную среду, прежде всего почвенный покров, выступают предприятия цветной металлургии.

Регион отличается разнообразием природно-климатических и социально-экономических условий. На его территории расположен ряд административных районов и городов: Баймакский (с городами Сибай и Баймак), Учалинский (с городом Учалы), Хайбуллинский, Абзелиловский, Бурзянский, Зилаирский, Зианчуринский [3].

В геологическом отношении регион расположен на пересечении Западно-Магнитогорского вулканического (субмеридионального) и Баймакско-Сибайского (субширотного) поясов. Колчеданные руды сложены горными породами допалеозойского и палеозойского периода. Рудный материал разрабатывается открытым и подземным способами Учалинским (УГОК) и Бурибаевским (БГОК) горно-обогатительными комбинатами, Сибайским филиалом УГОК, ООО «Башкирская медь» и др. Многолетнее функционирование этих предприятий привело к формированию техногенных провинций, которые в сочетании с высоким естественным геохимическим фоном усугубили экологическую ситуацию региона. Аномальные концентрации химических элементов отмечены также и в почвах окрестностей более чем 40 отработанных месторождений [4].

В процессе добычи и обогащения руды извлекаются и перерабатываются огромные массы горных пород, из них используется лишь часть, а остальной объём перерабатываемого сырья складывается в отвалах и хвостохранилищах. Многолетние и многотонные отвалы являются источниками минеральной пыли и стоков с высоким содержанием токсичных металлов. Ежегод-

но воздушным путём сдувается с отвалов примерно 1000 т пыли, которая содержит около 20 различных токсичных элементов. Это способствует загрязнению почвенного покрова региона [5, 6].

По данным Росгидромета, которые были представлены в Государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году», города Башкирского Зауралья (Сибай и Баймак) вошли в перечень пунктов России с умеренно опасной категорией загрязнения почвенного покрова тяжёлыми металлами за 2007–2016 гг. К приоритетным техногенным металлам относят медь, кадмий, цинк и свинец. По суммарному показателю загрязнения, рассчитанному с учётом Кларка, почвенный покров в однокилометровой зоне вокруг источников загрязнения относится к категории опасных [7].

Согласно данным М.Г. Опекуновой [5], в районе стародонных хвостохранилищ Башкирского медно-серного комбината, расположенного на территории города Сибай, в почве выявлено загрязнение медью в количестве 1,2–2,4 ОДК (ориентировочная допустимая концентрация), цинком – 1,6–2,6 ОДК, а также мышьяком – 1,1–1,8 ОДК. Превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) подвижных форм цинка в 1,4 раза, меди в 1,3 раза фиксировалось на расстоянии 100 м по всем направлениям и в 500 м к востоку от источника загрязнения (ИЗ). О высоких концентрациях меди, цинка, железа и в некоторых случаях кадмия в почвах, прилегающих к обогатительным комбинатам Башкирского Зауралья, отмечалось также и в работах Ю.А. Шагивеиной, Я.Т. Суяндукова [8], М.Г. Опекуновой и соавт. [5], Г.Ш. Сингизовой [9], С.Р. Баимовой [10].

Загрязнение окружающей среды в зоне размещения комбинатов характеризуется ассоциацией свинца, кадмия, мышьяка, цинка, меди и других элементов, которые могут поступать в организм аэрогенно, с пищей и водой, депонироваться в отдельных органах и тканях, представляя потенциальную угрозу для здоровья населения [11, 12].

Исследования почв приусадебных участков и коллективных садов на территории района г. Сибай показали, что в радиусе 5 км от промышленной зоны города почвы содержат высокие концентрации кислоторастворимых и подвижных форм меди, цинка, свинца и кадмия. Для большинства культурных растений Г.Ш. Сингизова [9] отмечает избыточное содержание цинка, же-

леза и дефицит марганца. По данным Л.Н. Белан [4], в Учалинском районе из всего количества поступающих в организм человека тяжелых металлов с местными овощами поступает по 9% меди и цинка, кадмия – 40%, свинца – до 73%, что многократно превышает рекомендуемые нормы.

К настоящему времени опубликовано достаточно много работ, показывающих особенности экологозависимых заболеваний населения горнорудного региона [12–16]. Так, в работе Н.В. Старовой и соавт. [17] отмечались высокий уровень общей заболеваемости населения, увеличение в 1,3–2,5 раза частоты распространения болезней системы кровообращения, дыхания и пищеварения, кожи и нервной системы. Наблюдалось увеличение в 1,5–3 раза болезней органов дыхания, пищеварения, эндокринной системы и обмена веществ, нервной системы и органов чувств среди детского населения. В результате анализа данных об уровне заболеваемости населения и её структуры за 1991–1995 гг. в Учалинском районе Л.Н. Белан выявлен высокий уровень первичной заболеваемости населения, болезней эндокринной системы, крови и кроветворных органов, системы кровообращения, болезней нервной системы и онкозаболеваний по сравнению со среднереспубликанскими показателями [4]. Э.Р. Шайхлисламова выделяет в структуре заболеваний работников УГОК нарушения костно-мышечной системы [18]. Кроме того, в крови жителей г. Учалы было отмечено превышение нормы по содержанию кадмия и никеля, дефицит – по содержанию меди, цинка и марганца, в волосах – высокий уровень хрома, цинка, свинца, меди, мышьяка, никеля, марганца [19].

Особенности почвенного покрова региона горнорудного региона и специфика его загрязнения диктуют необходимость ведения исследований для гигиенического мониторинга и разработки профилактических мероприятий по снижению уровня загрязнения.

Целью нашего исследования было изучение эколого-геохимического состояния почвенного покрова урбанизированных территорий на примере городов Сибай, Баймак и Учалы.

## Материал и методы

В период 2016–2018 гг. были отобраны образцы почвы на пробных площадках в промышленных, рекреационных и селитебных зонах города, а также в коллективных садах, расположенных в пригородных территориях. Почвенный покров промышленных зон имеет в основном насыпной характер (техногенные поверхностные образования), хотя на периферических частях промышленной зоны сохранились химически трансформированные естественные почвы различной степени нарушенности.

Отбор почвенных образцов производился методом прикопок в соответствии с принятыми в геохимии и почвоведении методиками. На каждой пробной площадке в трёх равноудалённых друг от друга точках из верхнего слоя (от 0 до 20 см) отбирали образцы почвы и грунта. Далее, тщательно перемешав их, методом «конверта» брали усреднённую пробу, которая и подвергалась дальнейшим операциям. Образцы почв перетирали в ступке и просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм. Валовое содержание ТМ и их подвижные формы, извлекаемые из почвы аммонийно-ацетатным буфером при pH 4,8, были определены методом атомной абсорбции. Для оценки степени загрязнения почв ТМ использовались общепринятые в экологии значения предельно допустимых концентраций (ПДК) и регионального фона (РГФ) [20, 21]. Для оценки загрязнения почвы рассчитывался суммарный показатель Zc по формуле, предложенной Ю.Э. Саэтом [22]:

$$Z_c = \sum (K_i / K_{\phi}) - (n - 1),$$

где Zc – суммарный показатель загрязнения ТМ; Ki – концентрация в почве конкретного элемента, мг/кг; Kφ – фоновая концентрация конкретного элемента, мг/кг; n – число суммируемых элементов.

Критические значения, позволяющие охарактеризовать суммарное загрязнение Zc по степени опасности, таковы: при Zc < 16 загрязнение считается допустимым; при 16 < Zc < 32 – умеренно опасным; при 32 < Zc < 128 – высокоопасным; при Zc > 128 – чрезвычайно опасным.

Содержание тяжёлых металлов в почве городов горнорудного региона (слой 0–20 см, мг/кг)

Вид назначения земель	Содержание ТМ, мг/кг								Zc
	Cu	Zn	Ni	Mn	Pb	Cd	Co	Zn	
Промышленная	352,9 ± 155,5	1184,34 ± 493,7	14,18 ± 1,0	1028,56 ± 119,9	16,70 ± 1,1	4,47 ± 2,8	8,36 ± 4,3	18,1	
Селитебная	108,20 ± 30,3	733,84 ± 435,8	19,53 ± 13,1	1023,28 ± 247,0	15,80 ± 1,5	4,66 ± 0,9	10,75 ± 5,2	9,3	
Рекреационная	390,38 ± 178,2	699,19 ± 221,4	11,50 ± 13,3	1104,94 ± 215,7	19,30 ± 3,8	4,75 ± 1,8	24,44 ± 16,2	14,9	
Коллективные сады	64,25 ± 67,3	115,00 ± 109,8	21,25 ± 20,9	1245,25 ± 381,0	7,25 ± 1,9	2,83 ± 1,1	29,00 ± 13,7	2,5	
Промышленная	341,20 ± 43,6	1978,50 ± 108,7	42,70 ± 16,5	1043,00 ± 240,1	20,10 ± 6,1	2,20 ± 0,5	19,90 ± 6,8	25,3	
Селитебная	177,90 ± 150,7	961,70 ± 131,2	47,40 ± 16,6	964,70 ± 567,1	21,10 ± 7,4	7,30 ± 2,1	28,90 ± 6,2	15,3	
Рекреационная	111,60 ± 67,1	331,80 ± 94,4	37,20 ± 1,6	748,50 ± 300,1	12,90 ± 4,9	0,10 ± 0,2	10,70 ± 8,6	4,1	
Коллективные сады	65,60 ± 23,1	252,90 ± 78,9	23,40 ± 2,5	685,90 ± 18,6	18,60 ± 4,2	0,40 ± 0,2	14,30 ± 5,1	2,7	
Промышленная	536,00 ± 162,3	1366,80 ± 945,2	34,55 ± 23,3	1635,60 ± 851,2	20,88 ± 3,2	3,26 ± 2,5	29,80 ± 11,5	24,0	
Селитебная	283,59 ± 134,4	996,28 ± 4,32	25,66 ± 8,6	1218,16 ± 521,3	17,50 ± 2,4	3,441,3	15,34 ± 9,6	14,9	
Рекреационная	83,17 ± 19,8	398,75 ± 70,1	51,33 ± 31,2	1508,92 ± 412,2	3,77 ± 1,9	0,56 ± 0,3	24,25 ± 12,1	4,3	
Коллективные сады	157,44 ± 89,4	625,56 ± 292,3	19,69 ± 14,2	1611,81 ± 321,1	3,85 ± 2,7	2,20 ± 1,4	29,25 ± 16,5	9,2	
ПДКвал	55	100	85	1500	32	2	16		



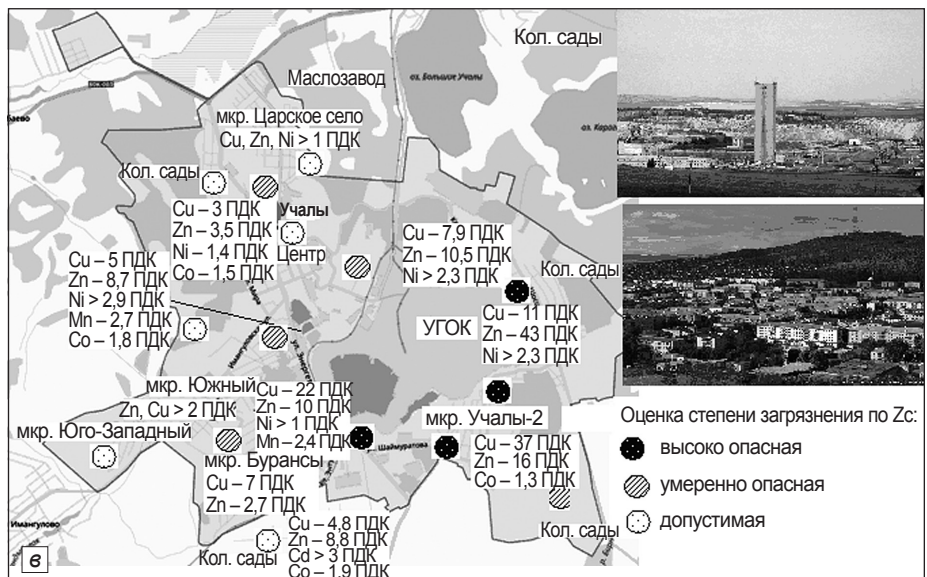
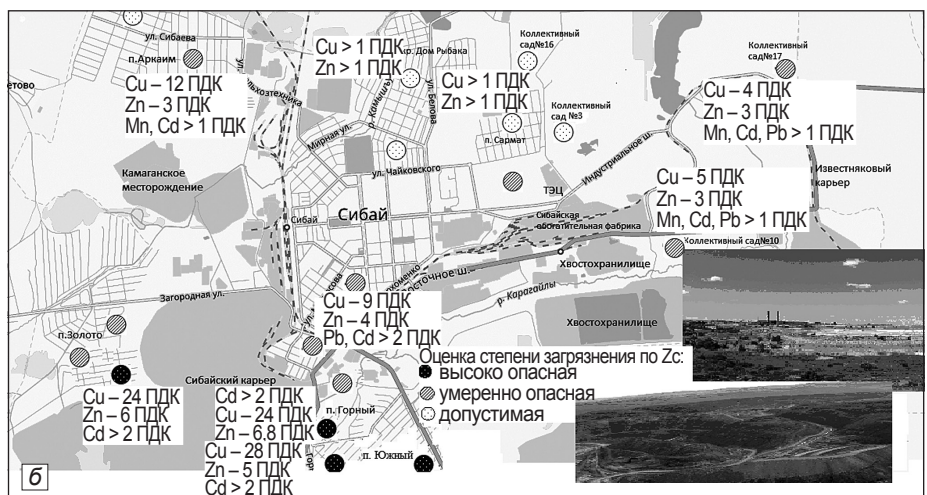
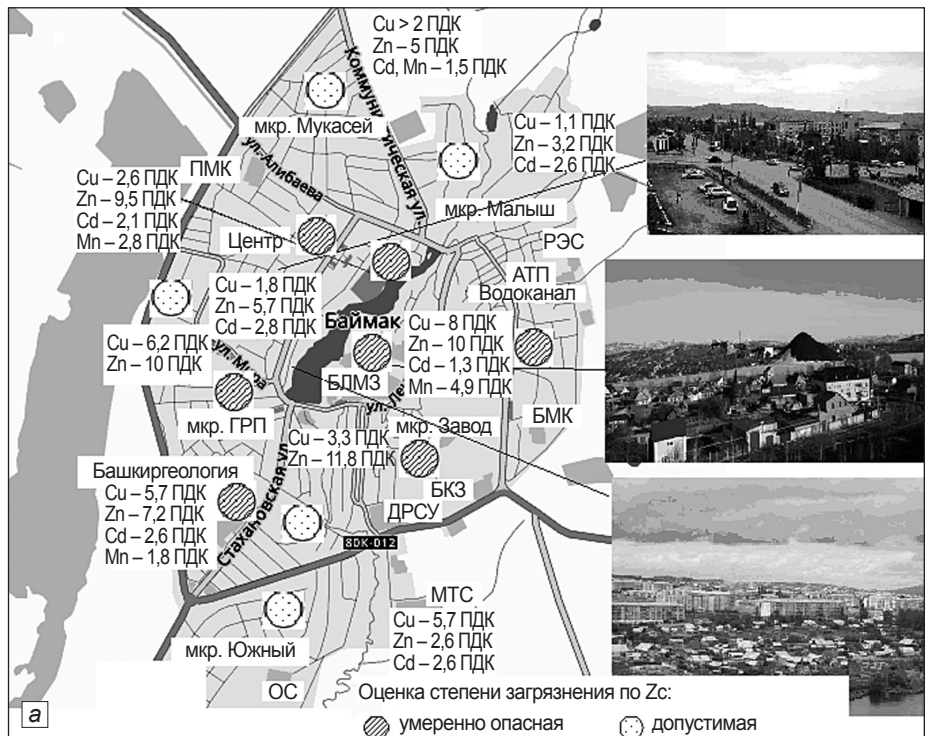
## Результаты

Изучение эколого-геохимического состояния почвенного покрова изученных городов показало, что на данной территории преобладают урбаноэмы (до 60–70% территории в г. Сибай и Учалы, до 40% – в г. Баймак). Наименьший удельный вес (около 15% территории) составляют почвы с минимальным техногенным воздействием в рекреационной зоне, представленные чернозёмом выщелоченным и обыкновенным.

В таблице представлены концентрации валовых форм тяжёлых металлов в почвенном покрове городов Зауралья.

Во всех зонах выявлено значительное превышение ПДК по валовым формам по содержанию Cu, Zn, в некоторых случаях наблюдается высокая концентрация Mn, Cd и Co. Максимальные концентрации Cu (9,7 ПДК), Mn (1,1 ПДК), Co (1,9 ПДК) выявлены в почвах промышленной зоны г. Учалы, Zn (19,8 ПДК) – в промышленной зоне и Cd (3,6 ПДК) в почвах селитебной зоны г. Сибай. Расчёты суммарного показателя Zc показали, что городские почвы земель всех видов назначения по валовому содержанию отнесены к допустимой категории загрязнения. Уровень загрязнения почв тяжёлыми металлами во всех изучаемых городах выше в почвах земель промышленного назначения. В г. Учалы и Сибай высокая концентрация металлов отмечается в селитебной зоне, так как в этих городах есть микрорайоны (п. Учалы-2, п. Бурансы в г. Учалы и п. Золото и Горный в г. Сибай), расположенные в непосредственной близости к отвалам карьеров. В г. Баймак загрязнённые почвы выявлены в рекреационных зонах города, которые расположены в 500 м от ОАО «Баймакский литейно-механический завод». На территории завода в центре города на берегу реки складирован 1 млн тонн металлургического шлака от бывшего медеплавильного завода, который также является источником загрязнения почв.

В результате исследований во всех изученных почвенных образцах был выявлен повышенный уровень подвижных форм Cu, Zn, Mn, Cd. Наиболее высокий уровень подвижного Cd (18,9 ПДК) отмечен в селитебной зоне г. Баймак. Расчёты суммарного показателя Zc позволили отнести почвы селитебной зоны по содержанию подвижных форм к умеренно опасной категории загрязнения, остальные исследуемые почвы имели допустимую категорию загрязнения (рисунок, а). В г. Сибай выявлены высокие концентрации Cu (до 28 ПДК) вблизи отвалов Сибайского карьера, уровень загрязнения достигает высокоопасной категории (рисунок, б). Для г. Учалы отмечены также высокие концентрации подвижных форм Cu (до 37 ПДК) и Zn (до 43 ПДК) в почвах промзоны, где загрязнение достигает высокоопасной категории (рисунок, в).



Экотоксикологическая оценка почв городов Зауралья: а – г. Баймак; б – г. Сибай; в – г. Учалы.

## Обсуждение

Согласно результатам настоящего исследования и данным, представленным в отчётах Территориального комитета Минэкологии РБ, основными источниками загрязнения городской среды в Зауралье являются автотранспорт и предприятия горнорудной промышленности, определяющие поступление тяжёлых металлов в различные объекты окружающей среды. Приоритетными загрязняющими металлами в почвах гг. Сибай, Баймак и Учалы являются Zn, Cu и Cd, в ряде случаев – Mn, уровень аккумуляции, подвижность и контрастность площадного распределения которых определяются функциональным использованием территории. Сравнительный анализ загрязнения почвенного покрова внутри городских районов показал, что наиболее загрязнённые почвы находятся в центре и других старых районах города, расположенных непосредственно возле промышленных предприятий. Относительно чистыми являются почвы рекреационных зон г. Учалы.

Оценивая концентрацию химических элементов в урбопочвах Башкирского Зауралья Башкортостана, можно констатировать, что уровень этих элементов характеризуется высокой мозаичностью [23, 24]. Мозаичности способствуют несколько причин. Во-первых, города расположены в разных геохимических провинциях, различающихся по элементному составу материнских пород. Во-вторых, выявленная неравномерность содержания металлов в почвах связана с перемещением металлосодержащих компонентов по различным ландшафтным компонентам в результате дефляции и водной эрозии. Третья причина – рассеивание токсичных металлов при освоении, добыче, переработке, транспортировке сырья, хранении продукции и отходов в процессе деятельности объектов горнорудной промышленности. Для городских почв Зауральской зоны Республики Башкортостан мозаичности загрязнённости почв тяжёлыми металлами способствует наличие автотранспорта, автомагистралей, предприятий, тепловых электростанций и т. д.

## Заключение

Таким образом, уровень загрязнённости тяжёлыми металлами почв урбанизированных территорий горнорудного региона Республики Башкортостан определяется видом назначения городских земель. Наиболее загрязнены почвы промышленных зон, расположенные в непосредственной близости к объектам горнорудного производства. Экологическая опасность загрязнения заключается в том, что в данной зоне находится часть жилых микрорайонов с приусадебными участками, а также садовые кооперативы, где выращиваются картофель, овощи и плодово-ягодные культуры.

Для объективной оценки состояния почвенного покрова, контроля и принятия управленческих решений по снижению концентрации тяжёлых металлов и оздоровлению экологической ситуации необходимо проводить периодический мониторинг качества почв земель различных назначений. Администрациям городов и районов Зауралья Республики Башкортостан при планировании землепользования, проведения работ по рекультивации нарушенных и загрязнённых земель, при размещении детских образовательных, спортивных и лечебных учреждений необходимо учитывать сведения по загрязнённости почвенного покрова территорий тяжёлыми металлами.

## Литература

1. Ковальский В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов. *Труды биохимической лаборатории. Т. 22*. М.: Наука; 1991.
2. Ильин В.В. Содержание тяжёлых металлов в огородных почвах и культурах, загрязнённых отходами горнодобывающих предприятий. *Известия СО АН СССР, серия Биологические науки*; 1990. С. 58–63.
3. Суяндукоев Я.Т., Семенова И.Н., Зулкарнаев А.Б., Хабиров И.К. *Антропогенная трансформация почв города Сибай в зоне влияния предприятий горнорудной промышленности*. Уфа: Гилем; 2014. 124 с.
4. Белан Л.Н. Тяжёлые металлы в техногенно-загрязнённых почвах. *Экологические проблемы Республики Башкортостан*. Уфа: БГПУ; 1998.
5. Опекунова М.Г., Алексеева-Попова Н.В., Арестова И.Ю. и соавт. Тяжёлые металлы в почвах и растениях Южного Урала. *Экологическое состояние антропогенно-нарушенных территорий*. *Вестник СПбГУ*. 2002; 1 (7): 63–71.

6. Фаткуллин И.Р. *Оценка техногенных ресурсов горнорудных предприятий Республики Башкортостан: отчёт по теме 93-10*. Уфа; 2002.
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М.: Минприроды России; НИА-Природа; 2017.
8. Шагиева Ю.А., Суяндукоев Я.Т. Техногенез и проблема экологической безопасности в Башкирском Зауралье. *Сборник докладов научно-практической конференции, посвящённой 95-летию со дня рождения профессора С.Н. Тайчинова*. Уфа: БГАУ; 2001.
9. Суяндукоев Я.Т., Янтурин С.И., Сингизова Г.Ш. *Накопление и миграция тяжёлых металлов в основных компонентах антропогенных экосистем Башкирского Зауралья в зоне влияния объектов горнорудного комплекса*. Уфа: Гилем; 2013. 153 с.
10. Баимова С.Р., Редькина Н.Н., Лыкасова И.А. Содержание тяжёлых металлов в органах животных в Башкирском Зауралье. *Вестник Башкирского государственного университета*. 2007; 2: 27–8.
11. Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Суяндукоев Я.Т., Рафиков С.Ш., Биктимирова Г.Я. *Региональные эколого-гигиенические особенности окружающей среды и состояние здоровья населения Башкирского Зауралья*. Сибай: СГТ; 2017. 106 с.
12. Тергулова З.С., Белан Л.Н., Аскаров Р.А., Тергулова З.Ф., Алтынбаева А.И. Особенности загрязнения среды обитания и заболеваемость населения в горнодобывающем регионе Республики Башкортостан. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2009; 4 (6): 20–5.
13. Захаренков В.В., Страшников Т.Н., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Профилактика профессиональной заболеваемости работников горнорудной промышленности. *Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение*. 2015; 17: 151–3.
14. Савилов Е.Д., Анганова Е.В., Ильина С.В., Степаненко Л.А. Техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье населения: анализ ситуации и прогноз. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (6): 507–12.
15. Вековщина С.А., Клейн С.В., Жданова-Заплесвичко И.Г., Четвёркина К.В. Качество среды обитания и риск здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности. *Гигиена и санитария*. 2018; 97 (1): 16–20.
16. Намазбаева З.И., Базелюк Л.Т., Ешмагамбетова А.Б. Оценка дыхательной системы подростков, проживающих на урбанизированных территориях. *Гигиена и санитария*. 2018; 97 (3): 16–20.
17. Старова Н.В., Тергулова З.С., Борисова Н.А. *Комплексное решение экологических проблем Башкортостана в пространственно-временном единстве. Труды Международного форума по проблемам науки и техники*. М.; 1998.
18. Шайхлисламова Э.Р., Валеева Э.Т., Каримова Л.К., Галимова Р.Р., Галиуллина Д.М. Многолетний анализ профессиональной заболеваемости работников горнодобывающей промышленности Республики Башкортостан. *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2017; 1: 37–43.
19. Сулейманов Р.А., Аллаярова Г.Р., Каримова Л.К., Валеев Т.К., Даукаев Р.А. Организация системы социально-гигиенического мониторинга на территориях с развитой горнорудной промышленностью Республики Башкортостан. *Гигиена и санитария*. 2008; 1: 84–7.
20. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2006. 15 с.
21. Таипова О.А., Семенова И.Н. Эколого-токсикологическая оценка качества картофеля, выращиваемого на территориях, сопредельных с отвалами карьеров. *Современные проблемы науки и образования*. 2012; 1. URL: <http://www.science-education.ru/101-5399>.
22. Сагит Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и соавт. *Геохимия окружающей среды*. М.: Недра; 1990. 335 с.
23. Усманов И.Ю., Семенова И.Н., Щербаков А.В., Суяндукоев Я.Т. Эндемичные экологические ниши Южного (Башкирского) Зауралья: многомерность и флуктуирующие режимы. *Вестник БГАУ*. 2014; 1: 16–22.
24. Опекунова М.Г., Сомов В.В., Папаян Э.Э. Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья. *Почвоведение*. 2017; 6: 744–58.

## References

1. Kovalsky V.V. *Geochemical environment, trace elements, reactions of organisms: Proceedings of the biochemical laboratory. Vol. 22 [Geochemicheskaja sreda, mikrojelementy, reakcii organizmov: Trudy biohimicheskoy laboratorii. T. 22]*. Moscow: Nauka; 1991: 5–23. (in Russian)
2. Ilyin V.V. Content of heavy metals in garden soils and crops, polluted mining enterprises. *Izvestie SO AN SSSR. Seriya Biologicheskije nauki*. 1990. P. 58–63. (in Russian)



3. Suyundukov I.T., Semenova I.N., Zulkarnaev A.B., Khabirov I.K. *Anthropogenic transformation of soils in the city of Sibay in the zone of influence of the mining industry [Antropogennaja transformacija pochv goroda Sibaj v zone vlijanija predpriyatij gornorudnoj promyshlennosti]*. Ufa: Gilem; 2014. 124 p. (in Russian)
4. Belan L.N. *Heavy metals in technogenic-contaminated soils [Tjzhelye metally v tehnogenno zagryzannyh pochvah. Ekologicheskie problemy Respubliki Bashkortostan]*. Ufa; 1998. (in Russian)
5. Opekunova M.G., Alekseeva-Popova N.V., Arestova I.Ju. et al. Heavy metals in soils and plants of the southern Urals. The ecological status of anthropogenically disturbed areas. *Vestnik SPbGU*. 2002; 1 (7): 63–71. (in Russian)
6. Fatkullin I.R. *Assessment of technogenic resources of mining enterprises of the Republic of Bashkortostan: Report on the topic 93-10. [Ocenka tehnogenykh resursov gornorudnykh predpriyatij Respubliki Bashkortostan: Otchet po teme 93-10]*. Ufa; 2002. (in Russian)
7. *Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2016 godu»*. Moscow: Minprirody Rossii; NIA-Priroda. 2017. (in Russian)
8. Shagiya Y.A., Suyundukov Y.T. Technogenesis and the problem of environmental safety in the Bashkir TRANS-Urals. *Sbornik dokladov nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 95-letiju so dnja rozhdenija professora S.N. Tajchinova*. Ufa: BSAU; 2001. (in Russian)
9. Suyundukov Ya.T., Yanturin S.I., Singizova G.Sh. *Accumulation and migration of heavy metals in the main components of anthropogenic ecosystems of the Bashkir Zauralye in the zone of influence of objects of the mining complex [Nakoplenie i migracija tjzhelykh metallov v osnovnykh komponentah antropogenykh jekosistem Bashkirskogo Zaural'ja v zone vlijanija obektov gornorudnogo kompleksa]*. Ufa: Gilem; 2013. 153 p. (in Russian)
10. Baimova S.R., Redkina N.N., Lykasova I.A. The content of heavy metals in the organs of animals in the Bashkir TRANS-Urals. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2007; 2: 27–8. (in Russian)
11. Rafikova Yu.S., Semenova I.N., Suyundukov Ya.T., Rafikov S.Sh., Biktimerova G.Ya. *Regional ecological and hygienic features of the environment and the health status of the population of the Bashkir Zauralye [Regional'nye jekologo-gigienicheskie osobennosti okruzhajushhej sredy i sostojanie zdorov'ja naselenija Bashkirskogo Zaural'ja]*. Sibay: SGT; 2017. 106 p. (in Russian)
12. Teregulova Z.S., Belan L.N., Askarov R.A., Teregulova Z.F., Altynbayeva A.I. Features of environmental pollution and morbidity in the mining region of the Republic of Bashkortostan. *Medicinskij vestnik Bashkortostana*. 2009; 4 (6): 20–5. (in Russian)
13. Zakharenkov V.V., Strelnikova T.N., Oleshchenko A.M., Surzhikov D.V., Kislitsyn V.V., Korsakova T.G. Prevention of occupational morbidity in workers of the mining industry. *Vestnik Rossijskoj akademii estestvennykh nauk. Zapadno-Sibirskoe otdelenie*. 2015; 17: 151–3. (in Russian)
14. Savilov E.D., Anganova E.V., Ilina S.V., Stepanenko L.A. Technogenic pollution of the environment and public health: situation analysis and forecast. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; 95 (6): 507–12. (in Russian)
15. Vekovshina S.A., Klein S.V., Zhdanov-Tablesitch I.G., Chetverkin K.V. The quality of the environment and the risks to the health of the population living under the influence of emission of ferrous metallurgy and woodworking industry. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97 (1): 16–20. (in Russian)
16. Namazbayeva Z.I., Bazelyuk L.T., Esmagambetova A.B. Evaluation of the respiratory system of adolescents living in urban areas. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97(3): 16–20. (in Russian)
17. Starova N.B., Teregulova Z.S., Borisova N.A. *The complex decision of environmental problems of the Republic of Bashkortostan in the space-time unity. Proceedings of the International forum on science and technology [Kompleksnoe reshenie jekologicheskikh problem Bashkortostana v prostranstvenno-vremennom edinstve. Trudy Mezhdunarodnogo foruma po problemam nauki i tekhniki]*. Moscow; 1998: 115–39. (in Russian)
18. Shaykhlislamova E.R., Valejeva E.T., Karimova L.K., Galimov R.R., Galiullina D.M. Multi-year analysis of occupational morbidity in workers of the mining industry of the Republic of Bashkortostan. *Obshhestvennoe zdorov'e i zdravookhranenie*. 2017; 1: 37–43. (in Russian)
19. Suleymanov R.A., Allayarova G.R., Karimova L.K., Valeev T.K., Daukaev R.A. Organization of the system of social and hygienic monitoring in the territories with developed mining industry of the Republic of Bashkortostan. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2008; 1: 84–7. (in Russian)
20. *Maximum allowable concentration (MAC) and approximate permissible concentration (APC) of chemicals in the soil: Hygiene standards. [Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) i orientirovochno-dopustimye koncentracii (ODK) himicheskikh veshhestv v pochve: Gigienicheskie normativy]*. Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora; 2006. (in Russian)
21. Taipova O.A., Semenova I.N. Ecological and Toxicological assessment of the quality of potatoes grown in areas adjacent to the quarry dumps. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012; 1. URL: <http://www.science-education.ru/101-5399>. (in Russian)
22. Saet J.E., Revich B.A., Yanin E.P. et al. *Geochemistry of the environment [Geohimija okruzhajushhej sredy]*. Moscow: Nedra; 1990. 335 p.
23. Usmanov I.Yu., Semenova I.N., Shcherbakov A.V., Suyundukov Ya.T. Endemic ecological niches of the South (Bashkirian) of the TRANS-Urals: a multidimensional and fluctuating modes. *Vestnik BGAU*. 2014; 1: 16–22. (in Russian)
24. Opekunova M.G., Somov V.V., Papyan E.E. Soil pollution in the area of impact of mining enterprises of the Bashkir Trans-Urals. *Pochvovedenie*. 2017; 6: 744–58. (in Russian)