

УДК 504.054:665.7(571.12) (045)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОСТОЧНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА ТЮМЕНИ

Малюгин Д. В.¹, Петров Ю. В.²

^{1,2}Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация

E-mail: ²y.v.petrov@utmn.ru,

В статье авторами дана характеристика загрязнения тяжёлыми металлами (Pb, Cd, Ni, Zn, Cu) почв, грунтовых вод и снежного покрова Восточного административного округа г. Тюмени. Цель исследования: предложить на основе геоэкологической оценки мероприятия по снижению загрязнения тяжёлыми металлами динамично расширяющегося административного округа. Объект исследования — территория Восточного административного округа г. Тюмени. Предмет исследования — геоэкологическая характеристика содержания концентраций тяжёлых металлов в основных средах за 14-летний период — 2008–2021 гг. Информационной базой послужили материалы территориального государственного экологического мониторинга. Методы исследования: полевой, сравнительный, картографический. Авторами зафиксирована критическая геоэкологическая ситуация в Восточном административном округе по содержанию тяжёлых металлов в рассматриваемых средах.

По итогам работы сформулированы превентивные мероприятия для снижения уровня загрязнения тяжёлыми металлами в административном округе. Создание опорной разветвлённой сети проведения государственного экологического мониторинга на территории Восточного административного округа. Публикация геоинформационных результатов оценки государственного экологического мониторинга. Ранжирование микрорайонов города и застраиваемых территорий характеристикой по загрязнению тяжёлыми металлами, включая рекомендации по включению сведений в строительную декларацию застройщиков.

Ключевые слова: тяжелые металлы, экологический мониторинг, муниципальный контроль, экологическая диагностика, экологическая оценка, геоэкологическая оценка, экологическая транспарентность, городская застройка.

ВВЕДЕНИЕ

Город Тюмень является областным центром и самым крупным городом на юге Тюменской области. Начиная с 2000-х годов население города возрастает, в связи с чем увеличивается спрос на недвижимость (жилые многоквартирные дома). Согласно данным американского издания Visual Capitalist, Тюмень занимает вторую строчку в европейском рейтинге по темпу роста, являясь одним из самых быстрорастущих городов, опережает такие города, как Лондон, Осло, Стокгольм, Дублин и др. [7]. Интенсивный темп роста города влечет за собой загрязнение окружающей среды.

В городской среде загрязняющие вещества, а именно металлы, занимают значимое место. Их негативное воздействие проявляется не только в прямом воздействии больших концентраций, но и в последствиях, связанных с опасной особенностью металлов накапливаться в организме.

Негативное воздействие на природные среды осуществляется активным развитием городской инфраструктуры. Происходит вмешательство в местную экосистему и, следовательно, появляется деградация ландшафтных сфер [2]. Также растёт спрос на природные ресурсы, что вызывает их истощение.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Тяжелые металлы содержатся в промышленности, энергетике и автотранспорте и являются индикаторами техногенного воздействия на окружающую среду.

Выявление загрязнения тяжелыми металлами новых селитебных районов г. Тюмени опирается на данные о природных изменениях грунтовых вод, снежного и почвенного покровов. Именно эти среды являются основными экодиагностическими критериями для определения экологической обстановки конкретных территорий [1].

При изучении вопроса загрязнения тяжелыми металлами новых селитебных районов города Тюмени нами использовались следующие методы: картографический, сравнительный, полевой.

По Восточному административному округу проводился многолетний экологический мониторинг по четырем точкам. Точки №№ 6,10,15 находятся в пределах Восточного административного округа, а точка № 4 располагается в приграничной зоне в северо-западной части округа (рис. 1). Места отбора проб представляют собой наблюдательные скважины, которые используются для мониторинга грунтовых вод. На сегодняшний день, вся совокупность государственной системы мониторинга тяжёлых металлов в Восточном административном округе Тюмени ограничена данным числом скважин.

Отборы проб грунтовой воды проводились в соответствии с СанПиНом 2.1.4.1074 (действовал до 01.03.2021, что соответствует выбранным временным рамкам исследования с 2008 по 2019 гг.), почвы — СанПиН 2.1.7.1287-03, снег — согласно методике отбора проб РГПУ им. А. И. Герцена [4]. В пробах определялись кадмий, свинец, никель, медь и цинк. Определение концентрации тяжелых металлов проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, прибором ИСП спектрометром «Varian 720-ES».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В грунтовых водах из определяемых химических элементов были получены результаты, отображенные на диаграммах.

По результатам химического анализа проб грунтовой воды были обнаружены превышения.

Свинец в 2010 году имел превышения в двух скважинах №4 (1,8 ПДК) и №6 (1,4 ПДК). В скважине №4 за 2012 год было превышение в 3 ПДК, и в 2013 1,07 ПДК. В скважине № 6 за 2011 год было превышение 1,87 ПДК. В 2016 году было единичное превышение в скважине №10 и составляло 1,07 единиц ПДК (рис.2).

Здесь можно видеть, что не было ни одного года, когда превышения ПДК были по всем точкам. Из чего мы делаем вывод, что даже внутри одного небольшого административного округа очень высокая дифференциация по свинцу, соответственно, есть локальные источники загрязнения, что позволяет на уровне муниципалитета принимать оперативные управленческие решения.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОСТОЧНОГО
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА ТЮМЕНИ**



Рис. 1. Точки отбора проб на территории Восточного административного округа г. Тюмени

Таблица 1.

Результаты отбора проб на свинец (мг/дм³)

ПДК	Год	№4, ул. 50 Лет ВЛКСМ, 104	№6, ул. Монтажников, 62 к 1	№10, ул. 30 лет Победы, 25 ст 2	№15, ул. Энергостроителей, 8
		Значение	Значение	Значение	Значение
0,03	2008	0,015	-	0,005	0,01
	2009	0,005	-	-	-
	2010	0,054	0,042	0,019	0,008
	2011	0,02	0,056	0,015	0,014
	2012	0,09	-	0,0026	0,0012
	2013	0,032	0,001	0,017	0,0091
	2014	0,0018	0,001	0,001	-
	2015	0,0039	0,001	0,001	0,001
	2016	0,001	0,0037	0,032	0,02
	2017	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002

	2018	0,001	0,001	0,001	0,001
	2019	0,0024	0,001	0,0012	0,001
	2020	0,00222	0,001	0,001	0,0041
0,01 *	2021	0,00214	0,001	0,001	0,001

* СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

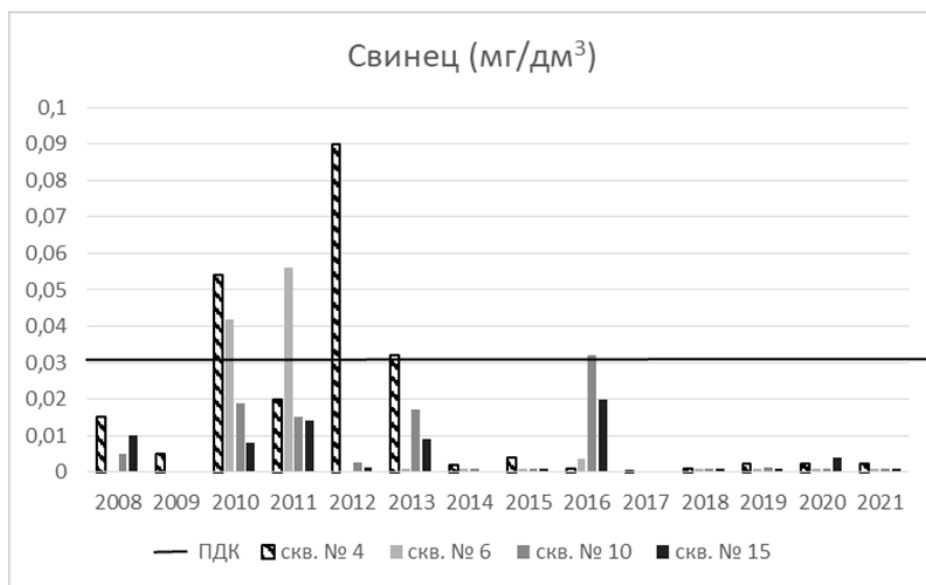


Рис. 2. Содержание свинца в пробах почв.

В настоящее время в период с 2017 по 2019 гг. не было превышений по свинцу. Динамика загрязнения свинцом грунтовых вод в интервале 2014–2019 гг. оценивается как положительная.

В период с 2010 по 2012 гг. мы наблюдаем резкий скачок в значениях свинца. Это связано с вторичным загрязнением накопленного свинца.

Таблица 2.

Содержание кадмия в пробах почв

ПДК	Год	№4, ул. 50 Лет ВЛКСМ, 104	№6, ул. Монтажник в, 62 к 1	№19, ул. 30 лет Победы, 25 стр. 2	№15, ул. Энергостроителей, 8
		Значение	Значение	Значение	Значение
0,001	2008	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-
	2011	-	-	-	-
	2012	0,0009	0,0009	0,0008	-

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОСТОЧНОГО
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА ТЮМЕНИ**

	2013	0,0008	0,0006	-	-
	2014	0,0001	0,0001	0,0001	-
	2015	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	2016	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	2017	0,000061	0,000044	0,00001	0,00001
	2018	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	2019	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	2020	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	2021	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Кадмий не имел превышений с момента ведения экомониторинга.

Таблица 3.

Содержание никеля, меди, цинка в пробах почв

Год	№4, ул. 50 Лет ВЛКСМ, 104		
	Никель (Ni)	Медь (Cu)	Цинк (Zn)
	ПДК 0,1	ПДК 1	ПДК 5
	Значение	Значение	Значение
2008	-	-	-
2009	0,001	0,001	0,002
2010	0,087	0,047	0,108
2011	-	0,005	0,026
2012	0,018	0,011	0,086
2013	0,012	0,009	0,078
2014	0,0093	0,0018	0,01
2015	0,0104	0,0115	0,0312
2016	0,03	0,01	0,019
2017	0,0076	0,001	<0,005
2018	0,016	0,001	<0,005
2019	0,022	0,001	<0,005
2020	0,059	0,00103	0,005
2021	0,044	0,00234	0,005

По значениям никеля, меди и цинка видно, что превышений не наблюдалось.

Таблица 4.

Химический анализ отобранных проб почвенного покрова

Год	№4, ул. 50 Лет ВЛКСМ, 104				
	Никель (Ni)	Медь (Cu)	Цинк (Zn)	Свинец (Pb)	Кадмий (Cd)
	ПДК 4	ПДК 3	ПДК 23	ПДК 6	ОДК 0,5
	Значение	Значение	Значение	Значение	Значение
2008	-	-	-	-	0,75
2009	-	-	-	-	0,19
2010	-	-	-	-	0,47
2011	-	-	11,77	-	0,19

2012	-	-	-	-	0,62
2013	1,4	0,16	6	1,6	0,03
2014	6,34	1,12	10,7	24,4	1,4
2015	0,1	0,32	5	0,1	0,35
2016	4	2,5	16,5	1,72	0,97
2017	14,1	5,9	21,2	8,7	0,2
2018	-	-	-	-	0,35
2019	3	4	16,5	2,8	0,2
2020	1,1	0,4	33	2,52	0,2
2021	9,1	0,78	1,83	6,7	0,2

Результаты химического анализа отбора проб почвенного покрова в точке отбора № 4 (мг/кг)

Почвенный покров. По показателю меди было единичное превышение в 2017 году и составляло 1,97 ПДК. В это же году было единичное превышение по никелю 3,53 ПДК. Свинец обнаружен в 2014 году (4,07 ПДК) и 2017 (1,45 ПДК) (рис. 3). Кадмий имел превышения в 2008 (1,5 ОДК), 2012 (1,24 ОДК), 2014 (2,8 ОДК), 2016 (1,94 ОДК) годах.

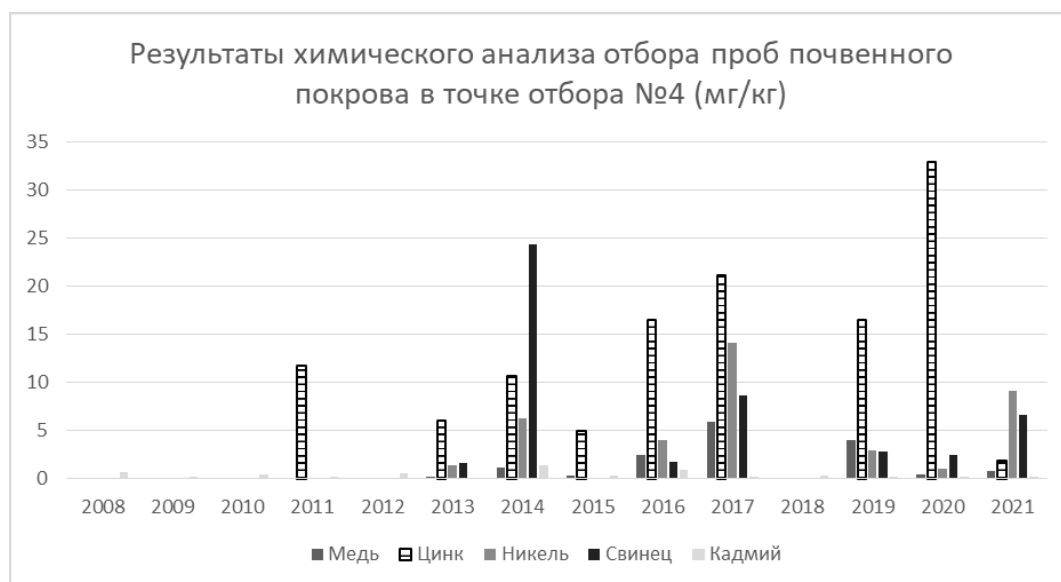


Рис. 3. Результатов отбора проб почвенного покрова.

На гистограмме наблюдается четырехкратное превышение по свинцу в 2014 году, вероятнее всего это связано с вторичным загрязнением накопленного свинца, так как в интервале с 2008 по 2016 гг. это единственное превышение без нарастающего итога. Высокая концентрация кадмия в период с 2008 по 2016 г. объясняется интенсивным развитием дорожной инфраструктуры, где кадмий образуется при выкладке асфальта. Превышение цинка в 2020 году объясняется

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОСТОЧНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА ТЮМЕНИ

интенсивной работой Тюменской ТЭЦ-1 в период коронавирусной инфекции, когда большая часть города находилась в домашних условиях.

Почвенная среда как естественный накопитель загрязнений подверглась химическим воздействиям со стороны городской среды. Являясь перспективной точкой для расположения жилых кварталов, почва в восточном административном городском округе активно накапливает поллютанты, которые могут в дальнейшем просочиться в грунт и загрязнить ближайший водоносный горизонт.

Таблица 5.

Химический анализ отобранных проб снежного покрова

Год	№4, ул. 50 Лет ВЛКСМ, 104				
	Никель (Ni)	Медь (Cu)	Цинк (Zn)	Свинец (Pb)	Кадмий (Cd)
	ПДК 0,1	ПДК 1	ПДК 5	ПДК 6	ПДК 0,001
	Значение	Значение	Значение	Значение	Значение
2008	0,01	0,009	0,013	0,005	-
2009	0,013	0,013	0,022	0,004	-
2010	0,13	0,045	0,078	0,026	-
2011	0,005	0,001	0,015	0,011	-
2012	0,01	0,013	0,018	0,011	-
2013	0,002	0,01	0,011	0,0085	0,0001
2014	0,2328	0,097	0,1	0,0174	0,00085
2015	0,003	0,0044	0,0061	0,0101	0,0033
2016	0,008	0,008	0,013	0,0014	0,0001
2017	0,0098	0,011	0,0091	0,0012	0,0001
2018	0,0091	0,0078	0,005	0,0015	0,000024
2019	0,011	0,016	0,012	0,004	0,0001
2020	0,0033	0,0145	0,0126	0,0001	0,0001
2021	0,0037	0,0058	0,012	0,00149	0,0001

Снежный покров. Никель имел превышения в 2010 (1,3 ПДК) и 2014 (2,3 ПДК). Кадмий превышал единожды в 2015 году (3,3 ПДК) (Рис. 4). В таблице приведены результаты отбора снежного покрова по нескольким химическим элементам. Исходя из данных таблицы, превышение ПДК наблюдается по никелю и кадмию.

Снежный покров не показал такой же динамики загрязнений, что и почвенный. Превышения химических элементов в снежном покрове в 2010 и 2014 гг. связаны с малым количеством выпавшего снега, где повышалась концентрация накопленного вещества.

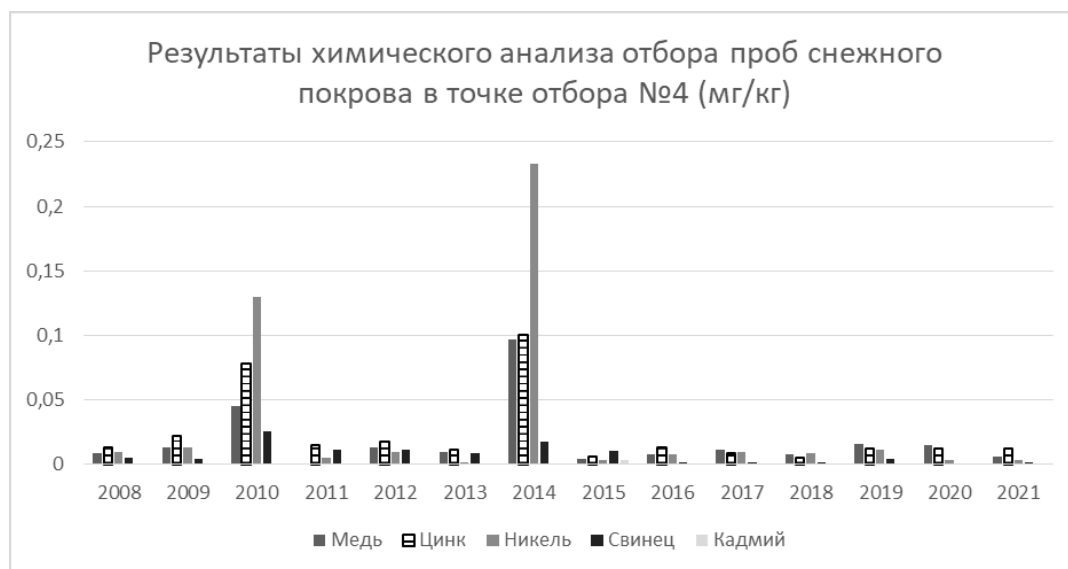


Рис. 4. График результатов отбора проб снежного покрова.

ВЫВОДЫ

Исследуемый район отличается инфраструктурным развитием. Активная застройка микрорайона «Восточный» г. Тюмени влечет за собой негативные последствия в виде интенсивного накопления загрязняющих веществ в депонирующих средах.

В результатах исследуемых проб видно, что некоторые превышения в разных средах (грунтовые воды и снежный покров в 2010 году), имели превышения в одних и тех же годах, это говорит о возможной техногенной нагрузке.

Основной причиной в интенсивно развивающемся районе может быть активная застройка местности. При осуществлении строительства в условиях естественной природы наносится урон местным экосистемам.

Характеристика строительного процесса состоит из ряда антропогенных факторов. На начальных этапах строительства происходит загрязнение посредством образования строительного мусора, загрязнением атмосферы транспортом, загрязнение поверхностных стоков и водоемов и изменение ландшафтов. На основных этапах работ (сварочные, отделочные, бетонные и т.д.) происходит шумовое загрязнение, выбросы в атмосферу загрязняющих веществ при сварке и работе отбойных молотков.

По графикам загрязнений сред видна интенсивность в интервале 2010-2014 где, в грунтовой воде превышал свинец, в почвенном покрове свинец и никель, в снежном покрове никель.

Основными источниками загрязнения являются: автодороги (все точки), автотранспорт (все точки), станции технического обслуживания (точки № 4, № 10), железная дорога (точка № 4).

Таким образом, по результатам нашей работы, мы можем говорить о всемирном

ужесточении экомониторинга, которое проявляется в усилении санкций в отношении нарушителей, снижении порога установления загрязнения, транспарентности данных для неограниченного круга онлайн-пользователей. Рекомендуется: создать опорную разветвленную сеть проведения государственного экологического мониторинга на территории Восточного административного округа, публиковать информационные результаты оценки государственного экологического мониторинга на территории Восточного административного округа.

Ни разу не было превышения за весь период хотя бы по одной среде, но при этом были разовые превышения по всем рассматриваемым элементам.

При этом наибольший разбег превышений был по свинцу, на наш взгляд, причинами являются: железная дорога, низкое качество автомобильного топлива (в том числе использование тетраэтилсвинца) [6]. Никель и цинк образовывались в окружающей среде благодаря износу покрытий автомобильных кузовов (коррозия кузова). Кадмий выбрасывался в результате износа покрышек колес автомобиля и использования асфальтобетона при выкладке асфальта [6]. Рекомендуется: ранжировать микрорайоны города и застраиваемые территории по оценке и динамике загрязнения тяжелыми металлами.

Список литературы

1. Кочуров Б. И. Геоэкодиагностика: основные положения, направления, способы // Юг России: экология, развитие. 2007. Т. 2. №3. С. 18–23.
2. Кондратенко Т. О., Сайбель А. В. Оценка воздействия строительного производства на окружающую среду // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4–2. С. 153.
3. Малюгин Д. В., Петров Ю. В. Государственный экологический надзор: организация и тренды развития (на примере Тюменской области) // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». Санкт-Петербург: Нацразвитие, 2020. С. 14–16.
4. Нестеров Е. М., Зарина Л. М., Маркова М. А., Грачева И. В., Воронцова А. В., Макарова Ю. А. Исследования состояния снегового покрова Санкт-Петербурга // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 1. С. 29–35. <https://doi.org/10.24411/1816-1863-2019-11029>
5. О введении в действие Санитарных правил. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.09.2001 №24. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34003/9da050844917961e24d4c43ffa6a41a52fd5c9d0/ (дата обращения: 26.09.2021).
6. Титова В. И., Дабахов М. В., Дабахова Е. В. Экотоксикология тяжелых металлов: Учебное пособие. Нижний Новгород: НГСХА, 2001. 135 с.
7. Ghosh I. Ranked: The Fastest Growing Cities in Europe // Visual capitalist. 2021. URL: <https://www.visualcapitalist.com/fastest-growing-citi>. (дата обращения: 27.09.2021).

HEAVY METAL POLLUTION IN THE EASTERN ADMINISTRATIVE DISTRICT OF TYUMEN

Malyugin D. V., Petrov Yu. V.

Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

E-mail: y.v.petrov@utmn.ru

In the article, the authors characterize the pollution by heavy metals (Pb, Cd, Ni, Zn, Cu) of soils, groundwater and snow cover of the Eastern Administrative District of Tyumen. Purpose of the study: to propose, on the basis of a geoecological assessment, measures to reduce pollution by heavy metals in a dynamically expanding administrative district. The object of research is the territory of the Eastern Administrative District of Tyumen. The subject of research is the geoecological characteristics of the concentration of heavy metals in the main media for a 14-year period — 2008–2021. The information base was the materials of the territorial state environmental monitoring. Research methods: field, comparative, cartographic. The authors recorded a critical geoecological situation in the Eastern Administrative District for the content of heavy metals in the environments under consideration.

Based on the results of the work, preventive measures were formulated to reduce the level of pollution by heavy metals in the administrative district. Creation of a branched backbone network for state environmental monitoring on the territory of the Eastern Administrative District. Publication of geoinformation results of the assessment of state environmental monitoring. Ranking of city microdistricts and built-up areas with characteristics of heavy metal pollution, including recommendations for the inclusion of information in the construction declaration of developers.

Keywords: heavy metals, environmental monitoring, municipal control, environmental diagnostics, environmental assessment, geoecological assessment, environmental transparency, urban development.

References

1. Kondratiev N. D. Bol'shie cikly konjunktury i teoriya predvideniya: Izbrannye trudy. Moscow: Ekonomika, 2002, 765 p. (in Russian).
2. Shumpeter J. Teoriya jekonomicheskogo razvitiya. Issledovanie predprinimatel'skoj pribyli, kapitala, kredita, procenta i cikla konjunktury. Translation from German by N. V. Avtonomova and others. Moscow: Progress, 1982, 455 p. (in Russian).
3. Baburin V. L. Uстойchivost' ehkonomiki regionov Rossii k konjunkturyam ciklam // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya, 2019, no. 1, pp. 46–52. (in Russian).
4. Glazhev S. Yu. Ryvok v budushee. Rossiya v novykh tekhnologicheskoy i mirokhozjajstvennom ukladakh Moscow: Knizhnyi Mir, 2018, 768 p. (in Russian).
5. Granberg A. G. Osnovy regional'noy ekonomiki. Moscow: Higher School of Economics, 2000, 495p. (in Russian).
6. Perru F. Ekonomicheskoe prostranstvo: teoriya i prilozheniya. Translation from English by A. P. Goryunova. Prostranstvennaya ekonomika, 2007, no 2, pp. 77–93. (in Russian).
7. Kozhieva F.A. Regional'noe razvitie v kontekste teorii poljusov rosta // Fundamental'nye issledovaniya, 2015, no 11 (3), pp. 574–578. (in Russian).
8. Animica E. G., Suhikh V. A. Prostranstvenno-vremennaya paradigma v sociojekonomike. Regional'nyj aspekt. Perm: Perm State University, 2007, 140 p. (in Russian).

9. Sharygin M.D., Osorgin K. S. Territorial framework for local community organization // Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Gumanitarnyye i obshchestvennyye nauki, 2018, no 3, pp. 94–104. (in Russian).
10. Sidorkina Z. I. Territorial'naya organizatsiya i social'naya samoorganizatsiya naseleniya v slabozaselennom regione. Vladivostok: Dal'nauka. 2014. 240 p. (in Russian).
11. Stolbov V. A., Sharygin M. D. Regional'nyy kapital. Perm': Perm'. gos. nats. issled. un-t. 2016. 528 p. (in Russian).
12. Sobolev A. O. Zarubezhnyy opyt innovatsionnogo razvitiya staropromyshlennykh regionov i vozmozhnosti yego ispol'zovaniya v Rossii // Voprosy upravleniya. RANHiGS. 2015. no 1. pp. 73–80. (in Russian).
13. Naiman E. A. Stanovleniye vidimosti “obuchayushchegosya regiona”// Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Kul'turologiya i iskusstvovedeniye, 2013, no 1 (9), pp. 81–91. (in Russian).
14. Kovalev Yu. Yu., Sobolev A. O., Burnasov A. S. Industrializatsiya, neoindustrializatsiya i postindustrializm v evolyutsii staropromyshlennogo regiona (na primere yevroregiona «Saar-Lor-Lyuks») // Sovremennaya Yevropa, 2020, no 1, pp. 158–169. (in Russian).
15. Maltsev A. A., Mordvinova A. E. Restrukturizatsiya staropromyshlennykh regionov Yevropy: opyt i problem // Zhurnal «Upravlenets» UrGEU, 2016, no 3, pp. 8–13. (in Russian).
16. Balina T. A., Melnikov Ye. R., Nikolayev R. S., Stolbov V. A., Chekmeneva L. Yu. Status territorii operezhayushchego razvitiya kak mekhanizm upravleniya regionom // Tikhookeanskaya geografiya, 2021, no 2 (6), pp. 33–42. (in Russian).
17. Decree of the Government of the Russian Federation dated June 22, 2015 No. 614 «On the features of creating territories of advanced social and economic development in the territories of single-industry municipal entities of the Russian Federation (single-industry towns)» (as amended on March 1, 2022) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://government.ru/docs/all/102390/> (application: 05.10.2022). (in Russian).
18. Shestopalov A. G., Borisov Ye. I., Safronov K. K., Kaledina Ye. S. Perspektivy strategicheskogo razvitiya staropromyshlennykh regionov Rossii i Ukrainy // Zhurnal «Byudzhety», 2012, 12. (in Russian).
19. Territories of advanced socio-economic development: Reference information: JSC «ConsultantPlus» [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_293862 (application: 05.10.2022). (in Russian).
20. Sharygin M. D. Pozitsionirovaniye Permskogo kraya v sotsial'no-ekonomicheskom prostranstve Rossiyskoy Federatsii // Geograficheskiy vestnik, 2014. no. 4 (31), pp. 22–28. (in Russian).
21. Balina T. A., Chekmeneva L. Yu. Konkurentnyye preimushchestva Permskogo kraya kak faktor innovatsionnogo razvitiya ekonomiki // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya i geoekologiya. 2018. no 2. pp. 6–14. (in Russian).
22. Municipalities of the Perm Territory. 2021: Statistical Book / Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Perm Territory (Permstat). Perm, 2022. 147 p. (In Russian).

Поступила в редакцию 25.09.2022 г.