

- Климова, А.А. Минералого-химическая специфика буровых шламов нефтяных месторождений на примере объектов Томской области. [Текст] / А. А. Климова, Е. Г. Языков, И. Р. Шайхиев // Инжиниринг георесурсов – 2020. – Т. 331. - № 2. – С. 2–7.
- Шевелева, А. В. Комплексный стратегический подход к анализу негативного воздействия на окружающую среду предприятий нефтегазового комплекса. [Текст] / А. В. Шевелева // Управление внешнеэкономической деятельностью. – М., 2013. – С. 3-5.
- Официальный сайт «Сибпромэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sibpromenergo.ru/producer/generation.html>.

ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА УФА, РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Гончаров Г.А.

Научный руководитель доцент Б.Р. Соктоев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тяжелые металлы благодаря своим физическим свойствам и разнообразным источникам их поступления в естественные среды привлекают повышенное внимание для изучения в качестве загрязнителей окружающей среды. Почвы на урбанизированных территориях выступают в роли резервуаров тяжелых металлов и других токсикантов [1]. Геологическое выветривание, эрозия, выбросы автотранспорта, нефтехимическая и металлообрабатывающая деятельность, а также городская инфраструктура (включая объекты энергетики) представляют собой разнообразные источники накопления металлов в почвах. В результате ухудшения качества почвы и увеличения восприимчивости биосферы к тяжелым металлам поднимается актуальный вопрос о необходимости эффективного управления экологическими рисками.

Загрязнение тяжелыми металлами вызывает все более серьезную озабоченность в связи с их потенциальным воздействием на здоровье человека и экосистем [9]. Агентство по охране окружающей среды США (USEPA) выделило ряд металлов и металлоидов, включая Co, Zn, Ni, Cr, As, Cu, Hg и Pb, как вещества, представляющие серьезную опасность для окружающей среды [3]. Для проведения количественной оценки неканцерогенных рисков как для детей, так и для взрослых были вычислены среднесуточные поступления изучаемых металлов ингаляционным, пероральным и кожным способами. Оценка риска осуществлялась путем расчета коэффициентов опасности (HI) для указанных металлов с использованием сумм трех путей воздействия от почвы, включая проглатывание (ADD_{ing}), вдыхание (ADD_{inh}) и контакт с кожей (ADD_{derm}) и референтных доз (RfD) на основе данных и методик расчета USEPA, соответственно.

$$HQ = \frac{ADD_i}{RfD}, \quad (1)$$

$$HI = \sum HQ_i, \quad (2)$$

В рамках работы проводилось исследование урбанизированной территории города Уфы, представляющего собой город-миллионер, расположенный в Приволжском федеральном округе и отличающийся развитой промышленностью нефтехимии и металлообработки [4]. Пробы почвенного покрова (51 ед.), отобранные в августе 2021 и 2022 гг. по равномерной площадной сети, были проанализированы с использованием метода инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) (Co, Zn, Pb, Cr, As) в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» им. Л.П. Рихванова на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ (аналитики – А.Ф. Судыко, Л.Ф. Богутская), метода атомно-абсорбционной спектроскопии на ртутном анализаторе «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+» (Hg) (при консультации к.х.н., доцента ОГ ТПУ Осиповой Н.А.) и рентгенофлуоресцентным методом (Ni, Cu) на кристалл-дифракционном спектрометре ARL Perform'X 4200 (Швейцария) в ЦКП «Геоспектр» Геологического института им. Н.Л. Добрецова СО РАН (г. Улан-Удэ).

Проведенные исследования выявили значительное загрязнение почвы изученными тяжелыми металлами (табл.). Наибольшее внимание привлекли Hg, Cr и Ni, содержание которых превышает фоновые показатели в 6,8, 5,4 и 3,4 раз, соответственно. Анализируя технологические процессы, применяемые на предприятиях моторостроительной деятельности и комплексов по переработке углеводородного сырья, можно предположить об их вкладе в повышенные содержания исследуемых элементов на изучаемой территории. Эти выводы подчеркивают важность мониторинга экологических параметров на данной территории для разработки эффективных стратегий управления по развитию промышленных комплексов [2].

Таблица

Средние концентрации тяжелых металлов в почвенном покрове на территории г. Уфа, мг/кг

Элемент	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Hg	Pb
Медианное значение	326	18,5	98,7	42,1	106	6,24	0,48	22,0
Средние мировые показатели [6]	59,5	11,3	29	38,9	70	6,83	0,07	27

Результаты количественной оценки риска для здоровья населения (рис.) свидетельствуют о существенном превышении коэффициента опасности (HI) для Cr по сравнению с другими тяжелыми металлами, вызванного более высокой концентрацией данного элемента в почве исследуемого региона. Исследования о токсикологическом

влиянии хрома на организм человека указывают на его канцерогенные свойства, которые проявляются в возможном развитии легочных заболеваний и рака дыхательных путей при длительном воздействии [8]. Кроме того, хром может оказывать гепатотоксическое воздействие, оказывая влияние на печень и вызывая нарушения ее функций. Негативные воздействия хрома на нервную систему, эндокринные функции и репродуктивное здоровье также отмечаются в литературе [5]. Механизмы токсического воздействия включают в себя формирование свободных радикалов, нарушение ДНК и белковых структур, а также взаимодействие с мембранными компонентами.

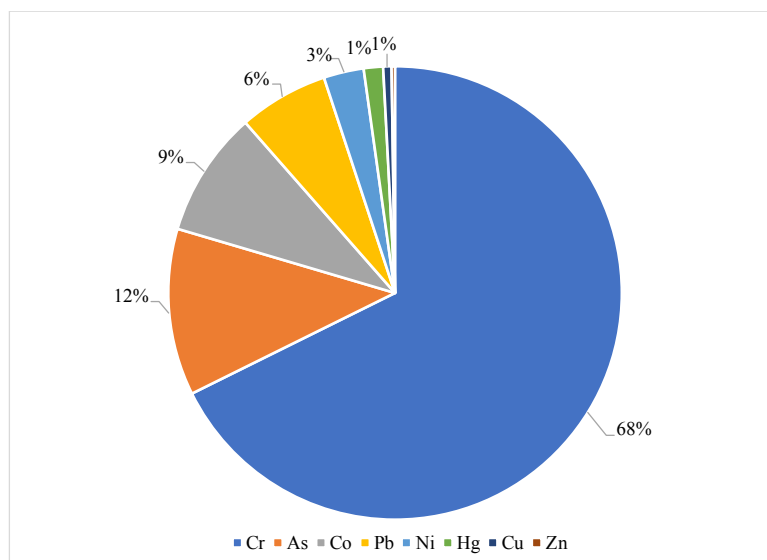


Рис. Круговая диаграмма оценки риска для здоровья населения от тяжелых металлов в почвенном покрове на территории г. Уфа

При этом значения индекса опасности также были повышены для As, Co, Ni и Pb. Средние значения превышали установленное пороговое значение $1 \cdot 10^{-4}$, который служит критическим уровнем и после которого организм человека труднее справляется с токсическим воздействием. Однако, в отношении детей неканцерогенные риски данных показателей могут оказывать более заметное воздействие на их здоровье [7]. Это позволяет предположить, что здоровье детей может подвергаться более серьезным воздействиям при тех же оценках, связанных с наличием тяжелых металлов в городских почвах. Из перечня проанализированных нами элементов можно сказать, что наибольшее влияние оказывает хром с вкладом в 68 %. Значения опасности в поверхностном слое почвенного покрова соответствуют обобщенному порядку убывания $Cr > As > Co > Pb > Ni > Hg > Cu > Zn$.

Таким образом, исследование содержания тяжелых металлов в почвенном покрове городов имеет важное значение для понимания экологической обстановки, в которой проживает население. Предполагаемые источники выбросов данных тяжелых металлов в городской среде, связанные с промышленными процессами и городской деятельностью, могут оказывать значительное воздействие на здоровье населения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWW-2023-0010)

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Гончаров Г. А., Соколов Б. Р., Фархутдинов И. М. Эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова на территории города Уфы // Известия Томского политехнического университета. – 2023. – Т. 334. – № 11. – С. 61–79.
3. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с
4. Официальный сайт Правительства Республики Башкортостан [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://pravitelstvorb.ru/>.
5. Переломов Л. В., Переломова И. В., Венёвцева Ю. Л. Токсическое влияние микроэлементов на репродуктивное здоровье мужчин // Физиология человека. – 2016. – Т. 42. – № 4. – С. 120-129.
6. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants, Fourth Edition- CRC Press, 2010. – 548 p.
7. Li D. et al. Characteristics of soil heavy metal pollution and health risk assessment in urban parks at a megacity of Central China // Toxics. – 2023. – Т. 11. – № 3. – С. 257.
8. Preisser A. M. et al. Long-Term Clinical and Toxicological Follow-up of Severe Cobalt and Chromium Intoxication—a Case Report // SN Comprehensive Clinical Medicine. – 2023. – Т. 5. – № 1. – С. 58.
9. Risk assessment guidance for superfund. V. 1. Human health evaluation manual. Interim final. – Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 1989. – 192 p. URL: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/rags_a.pdf