

УДК 621

EDN [LGDSWZ](#)



<https://www.doi.org/10.47813/nto.4.2023.10.181-186>

## Сравнительная оценка загрязнения тяжелыми металлами в условиях окружающей среды обитания

**А.В. Заиченко**

Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ),  
ул. Московская, д. 2, г. Краснодар, Краснодарский край, 350072, Россия

E-mail: antonzaichik7@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрен круг проблем, связанных с загрязнением тяжелыми металлами таких объектов биосферы, как вода, почва, воздух. Представлены причины и факторы их возникновения, и прогрессии на данный момент. Дана оценка негативному влиянию в литосфере, атмосфере и гидросфере, и вредным химическим свойствам тяжелых металлов. Приведены условные рекомендации по улучшению окружающей ситуации.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, токсиканты, экотоксиканты, мониторинг.

## Comparative assessment of heavy metal pollution in the environment

**A.V. Zaichenko**

Kuban State Technological University (KubSTU), Moskovskaya St., 2,  
Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russia

E-mail: antonzaichik7@gmail.com

**Abstract.** The article considers a range of problems related to heavy metal pollution of such objects of the biosphere as water, soil, air. The causes and factors of their occurrence and progression at the moment are presented. The assessment of the negative impact in the lithosphere, atmosphere and hydrosphere, and the harmful chemical properties of heavy metals is given. Conditional recommendations for improving the environmental situation are given.

**Keywords:** heavy metals, toxicants, ecotoxicants, monitoring.

## 1. Введение

Одной из основоположных задач общества на данный момент – это защита окружающей среды. Источниками возникновения загрязняющих веществ выступают: промышленные предприятия, автомобильный транспорт, предприятия по добычи нефти и газа, отраслей народного хозяйства. В Краснодарском крае преобладает немалое количество промышленных предприятий, заводов и фабрик таких направленностей, от которых имеется существенный риск «засорения» тяжелыми металлами почвенных, водных и воздушных пространств.

## 2. Материалы и методы

На данный момент к тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V(ванадий), Cr (хром), Mn (марганец), Fe (железо), Co (кобальт), Ni (никель), Cu (медь), Zn (цинк), Mo(молибден), Cd (кадмий), Sn (олово), Hg (ртуть), Pb (свинец), Bi (висмут) и др. К тяжелым металлам относят металлы с плотностью более 7 г/см<sup>3</sup> [1]. Цветная и черная металлургия, добыча твердого и жидкого топлива, горно-обогатительные комплексы, электротехническое, керамическое, стекольное производство – промышленные отрасли, снабжающие цивилизацию большим количеством тяжелых металлов [2]. В изготовлении комплектующих автомобилей, различных устройств, а также бытовых предметов зачастую используется свинец. Неконтролируемое использование обильного количества удобрений приводит к загрязнению грунтовых пространств. Всяческие термические воздействия: сжигание ТБО и ТКО, работа на жидком топливе под давлением, выплавка металлов способствует выбросу большого количества тяжелых металлов и их оксидов. В следствие загруженности трафика автомобильного использования, а также процесса истирания дорожных покрытий, в почву около автотрасс поступают кадмий (Cd), никель (Ni), алюминий (Al), свинец (Pb), железо (Fe), цинк (Zn), марганец (Mn) и другие элементы. В случае обильного проникновения в объекты природной среды ТМ появляются в роли токсикантов и экотоксикантов. Токсиканты – вещество не биогенного происхождения, способное при взаимодействии с живыми организмами вызывать их интоксикацию или гибель, а экотоксиканты - токсичные вещества, способные загрязнять окружающую среду и

накапливаться в ее компонентах. Лабораторным анализом определена исключительно опасная группа элементов: ртуть (Hg), свинец (Pb) и кадмий (Cd).

Факторы, оказывающие негативное воздействие на биосистему посредством (ТМ):

Антропогенные:

- Добыча металлов, их плавка, литьё.
  - Отходы крупного рогатого скота и птичьего помёта.
  - Процесс растворения и вымывания металлов в металлургии, химической, горнодобывающей сфере, производстве удобрений и пищевой промышленности.
- Естественные:

- Вулканическая деятельность
- Коррозия металлов
- Ликвидация металлов из почвы и воды
- Геохимическое выветривание
- Деградация почв

### *2.1. Загрязнение литосферы тяжелыми металлами*

Кроме того, загрязнение почв при миграции тяжелых металлов, тесно связано с наличием постоянных достижений в области научно-технического прогресса и аграрного сектора. Данная миграция, естественно, происходит посредством применения химикатов, различных удобрений, а также добывание и плавка руд, производственных токсинов. Уровень загрязнения возрастает вследствие кислотных дождей. Будущая потенциальная угроза жизни всему живому выражена в поглощении растениями и накоплением их в пищевой цепи. Одним из главных способов поступления тяжелых металлов в пищевую цепь является поглощение корнями растений. Попадая в грунт, тяжелые металлы кардинально меняют ее важнейшие микробиологические и высокомолекулярные свойства, нарушая тем самым состояние микрофлоры. Плотность локализации тяжелых металлов(ТМ) оказывает влияние на биологическую активность микроорганизмов. А длительность ее «утилизации» от первоначальной концентрации заставляет очень глубоко задуматься любого человека:

- для меди (Cu)— от 315 до 1480 л.
- для свинца (Pb) — от 730 до 6000 л. [3].

## *2.2. Загрязнение гидросферы солями тяжелых металлов*

Загрязнения горючим топливом и его углеродистыми производными разрушает состояние водной экосистемы и сокращает продолжительность обитания биоресурсов. Первоисточниками «засорения» водных масс являются сточные каналы металлургических заводов, горных, химических и легких промышленности. Большинство фабрик сбрасывают в прилегающие реки и водоемы различные отравляющие соединения, например, соли хрома. Наибольшую опасность представляет загрязнение вод ртутью. При взаимодействии ртути с микробами со дна, образуются водорастворимые органические соединения с содержанием высокой токсичности, которые с помощью подземных течений мигрируют на сотни километров.

## *2.3. Загрязнение атмосферы тяжелыми металлами*

Несомненно, основными причинами загрязнения воздуха служат: металлическая пыль и твердые частицы (ТЧ), вырабатываемые в результате естественных и антропогенных процессов. Количество процессов, относящихся к естественным и способствующих выбросу ТЧ в воздух:

- Пыльные бури
- Уничтожение горных пород
- Сейсмическая активность вулканов

Данные загрязнители также вызывают:

- Коррозию
- Образование кислотных дождей
- Эвтрофикацию

## **3. Результаты**

Для сравнительной оценки загрязнения ТМ проводятся исследования, включающие сбор проб окружающей среды, таких как почва, вода и воздух, а также биологических образцов, таких как растения и животные. Полученные пробы анализируются на содержание тяжелых металлов с помощью специальных методов, таких как экотоксикологические исследования, атомно-абсорбционная спектрометрия или индуктивно-связанная плазма. Результаты анализа позволяют определить их концентрацию в пробах и сравнить их между собой. Сравнительная оценка загрязнения может быть выполнена на основе различных параметров: среднее значение концентрации металлов, максимальное значение концентрации.

### 3.1. Кадмий (Cd)

Кадмий и его комплексные соединения относятся к I классу опасности. Наличие кадмия в компонентах природной экосистемы мизерно, но в процессе деятельности людей его выделилось достаточно, чтоб являться следствием антропогенных выбросов. О чем говорит статистика: ежегодное сжигание разнообразных отходов, угля и нефти, производство цемента приводит к выбросу массой = 32 тоннам.

### 3.2. Свинец (Pb)

Свинец и его органические соединения относятся к I классу опасности. Главным образом, из-за его содержания во всех видах пищевых продуктов, а также в выхлопных газах, этилированном бензине, бытовой печи, глиняных посудах с красителями, производстве батарей, добыче руд, производстве свинцовых красок ежегодно поступает около 28 тысяч тонн свинца.

### 3.3. Ртуть (Hg)

Ртуть относится к I классу опасности – особенно опасное химическое вещество, токсична для всего живого в любом своем агрегатном состоянии, отличается широким спектром и большой вариативностью проявлений токсического действия вещества, в зависимости от вида компонента, поступающего в организм: пары металлической ртути, неорганические или органические соединения. Угольные котельные, мусоросжигательные установки, электростанции и домашние печи «обеспечивают» воздух почти половиной выделяемой ртути в общем. В обычных условиях она представляет собой блестящий, серебристо-белый тяжелый жидкий металл, удельный вес при 20°C 13,54616 г/см<sup>3</sup>, температура плавления равна -38,89°C, кипения 357,25°C. Пары ртути в семь раз тяжелее воздуха. Максимальная концентрация насыщения паров ртути в воздухе 15,2 мг/м<sup>3</sup> при температуре 20°C [4]. Металлическая ртуть обладает малой вязкостью и высоким поверхностным натяжением. Благодаря этому свойству, при падении или надавливании на ртуть мы наблюдаем, ее «размножение» на отдельные мельчайшие шарики, которые могут попасть в незначительные щели и места. В свою очередь, столь мизерное кол-во ртути, оставшееся в щелях, очень интенсивно испаряется и создаёт опасную концентрацию паров.

#### 4. Заключение

Миграция тяжелых металлов становится приближающейся катастрофой. Эта проблема с каждым днём приобретает актуальность, потому что возрастают объемы обработки и использования таких типов металлов и полуметаллов в различных видах деятельности. Почва, воздух и вода - фундаментальные объекты окружающей среды, оказывающиеся под неблагоприятным воздействием тяжелых металлов. Для борьбы с текущей проблемой необходимо принять меры в различных направлениях. На «высшем» уровне целесообразно разработать и внедрить строгие геохимические стандарты и нормативы, проводить экологический мониторинг содержания ТМ в биосфере, санитарно-гигиенический мониторинг пищевого сырья и продуктов питания на наличие в них ТМ. Необходимо применять новые технологии по очистке сточных вод, газоочистки и обезвреживания отходов, а также проводить регулярные анализы, прогнозировать загрязнения экосистемы. Ключевую роль играет также переход на энергетически эффективные и экологические технологии в промышленности, снижать использования тяжелых металлов в производстве и поощрять утилизацию и переработку отходов.

#### Список литературы

1. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды / Г.А. Теплая. – Астрахань: Издательство Астраханской государственной медицинской академии, 2013. – 182 с.
2. Прогнозирование параметров технического состояния двигателей энергетических установок / Ю. Д. Шевцов, Л. Н. Дудник, С. А. Арефьева [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 132. – С. 508-517.
3. Healthpreventing.ru, «Тяжелые металлы» - 2019г. [сайт]. – URL: <https://healthprevention.ch/ru/news/tyazhelye-metally/>
4. «Мерком». Опасные свойства и воздействие компонентов отхода на окружающую среду и человека. - 2015г. [сайт]. – URL: [https://www.mercom-1.ru/instructions/instrukciya\\_po\\_obrascheniyu\\_s\\_rtutnymi\\_lampami/5\\_opasniye\\_komponenty\\_othoda.htm](https://www.mercom-1.ru/instructions/instrukciya_po_obrascheniyu_s_rtutnymi_lampami/5_opasniye_komponenty_othoda.htm)