

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ ПО АНАЛИЗУ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ  
(ICP-MS)**

Абдрахимова Раъно Акбарали кизи  
Ассистент, Ферганский политехнический институт  
E-mail: rano.abdrahimova@mail.ru

Сманова Зулайхо Асаналиевна  
доктор химических наук, профессор, Национальный у  
ниверситет Узбекистана имени М. Улугбека  
E-mail: smanova.chem@mail.ru

**Аннотация**

Образцы почвы из промышленной зоны города Ферганы были проанализированы с помощью масс-спектрометрии ICP-MS. Были использованы аналитические методы индуктивно-связанной плазмы (ICP) и масс-спектрометрии (MS), предназначенные для анализа неорганических элементов. Установлено, что из тяжелых металлов, содержащихся в почве, концентрации Zn, Cu, Cd, Pb превышают предельно допустимые, причиной чего являются заводы, расположенные в промышленной зоне города Ферганы, являющиеся основным источником.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почва, цинк, медь, кадмий, мышьяк, индуктивно связанная плазма (ICP) масс-спектрометрия (MS).

**Introduction**

**Введение**

Очень важно подчеркнуть роль ионов металлов в жизненно важных функциях живого организма, в его здоровье и самочувствии. Большое внимание, в последнее время, уделяется взаимосвязи между химией ионов металлов и их биологическим значением. Взаимосвязь между химическими свойствами ионов металлов и их ролью в метаболизме прослеживается в общем вкладе в эффективность их действий. Форма присутствующих в пище необходимых металлов и их взаимодействие с другими ингредиентами, прежде всего связывает биодоступность. Соблюдение элементарной адекватной диеты часто не удовлетворяет потребности организма в необходимых элементах [1]. Для примера, плохое усвоение железа из овощей происходит из-за присутствия в них комплексообразующих лигандов, а избыток ионов цинка подавляют абсорбцию ионов меди. В частности, в системе с дефицитом цинка токсичность кадмия проявляется сильнее, а недостаточное поступление кальция в организм усугубляет токсичность свинца. Подобный антагонизм и взаимовлияние сильно осложняют попытки отследить и дать объяснение причине необходимости и токсичности металлов для биологического организма [2]. В последнее время, вследствие совершенствования техники

эксперимента, некоторые элементы, которые считались токсичными, теперь считаются необходимыми и относятся к ультрамикрорезультатам [3].

Специфичность подвижных форм меди, цинка, кадмия и свинца обуславливает их поведение в различных природных объектах. При исследовании природных и антропогенных процессов немаловажна оценка физико-химических свойств как самого элемента, так и его миграционной формы в целом. Определение всего лишь общего содержания рассматриваемых элементов является недостаточным для понимания механизма миграции и определения истинного критерия токсичности. Необходимо разграничить химические формы в зависимости от физической структуры природных сред.

Имеется как техногенное, так и естественное поступление меди, цинка, кадмия и свинца в окружающую среду. Приблизительно 75 % этих металлов, которые попадают в атмосферу, имеют антропогенное происхождение [4]. Добыча и сжигание нефти, нефтепродуктов, угля, а также первичное и вторичное производство черных и цветных металлов, фосфатных удобрений являются основными источниками поступления их в окружающую среду [5]. Отходы рудников и выбросы предприятий являются основными источниками поступления меди и цинка в почву (до 75 %), а в атмосферу – индустрия цветных металлов. Вулканический материал, растительность, ветровая пыль, морские соли, лесные пожары являются естественными источниками данных элементов в окружающей среде. Здесь не мало важно отметить, что важнейшим из указанных источников является пыль, которая переносится ветром. Было замечено, что эродированные ветром почвенные частицы охватывают до 58 % от общего поступления цинка, происходящего из природных источников, в то время как, поступление его с растительностью составляет порядка 20 % [6].

Таким образом, следует рассмотреть каждый элемент в отдельности и проследить его характерные особенности от химических свойств до поведения в экосистеме, источников поступления и влияния на человеческий организм.

В Ферганской области была проанализирована почва промышленной зоны, где расположены химические заводы. Наблюдались наличие тяжелых металлов в почве, взятые с расстояния 1 км, 2 км, 5 км от промышленной зоны. Образцы почвы были взяты и проанализированы в основном с глубины 20 см от поверхности.

Тяжелые металлы в почве были обнаружены путем анализа в масс-спектрометрии (ICP-MS)- O`zO`U 0677:2015 (МВИ №499-АЭМ/МС). Это аналитический метод, состоящий из комбинации индуктивно связанной плазмы (ICP) и масс-спектрометрии (MS), предназначенный для анализа неорганических элементов. ICP-это источник и фрагменты высокотемпературных ионов, которые разделяют и ионизируют образец. Масс-спектрометр является масс-анализатором и разделяет все элементы одновременно. Количество тяжелых металлов в почве измеряется в частях на миллион (г/т). Ионы измеряются с помощью масс-детектора и анализируются от низких уровней г/т до высоких уровней г/т. При анализе элементы в образце ионизируют в ICP и отправляют в MS, разделяют по массовому и зарядовому соотношениям, измеряют. [7-8]. Из металлов, проанализированных в ICP-MS, для исследования были отобраны в основном элементы

меди, цинка, кадмия, свинца и определено их содержание в почве (г/т). Результаты приведены в таблице ниже:

Таблица 1. Содержание элементов в образцах почвы по ICP-MS, г / т

№	Название металла	1 км от зоны	2км от зоны	5 км от зоны
1	Zn	76,0	62,0	47,0
2	Pb	29	15	18
3	Cu	10	8,9	7,3
4	Cd	0,088	0,09	0,048

Образцы почвы из каждой зоны были взяты в мкг/г, расположены в порядке убывания и показаны на диаграммах.

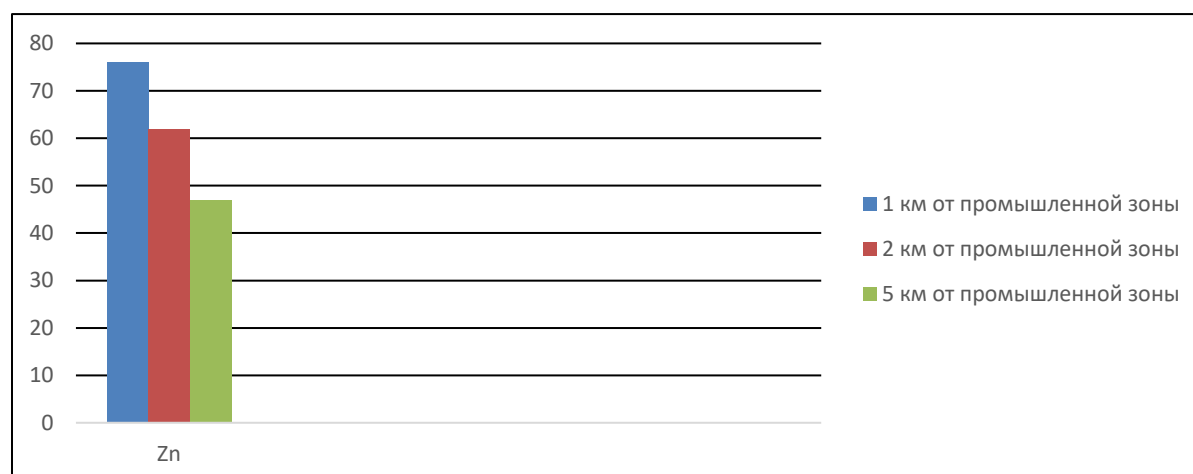


Рис 1. Диаграмма распространения цинка

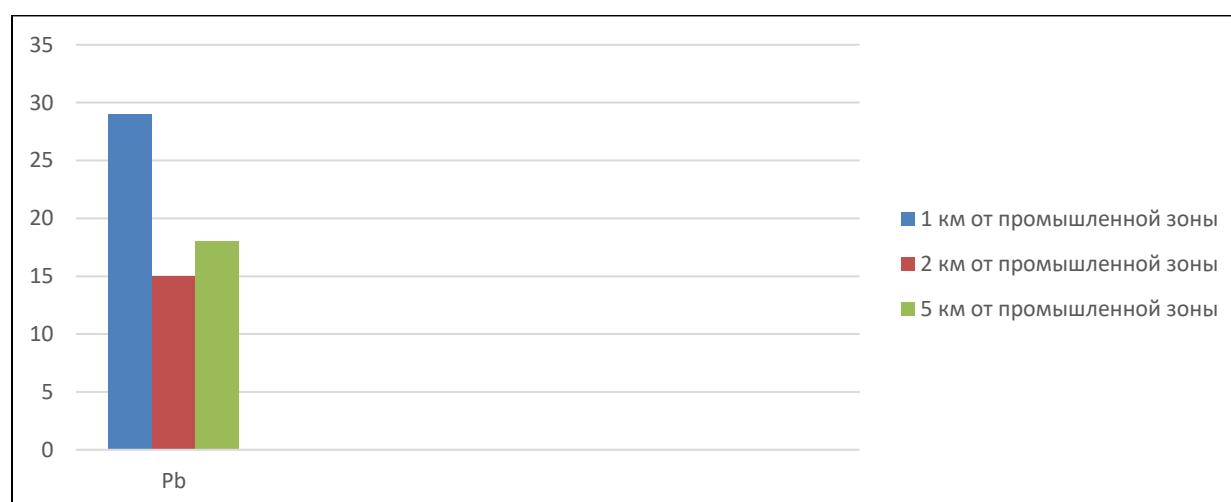


Рис 2. Диаграмма распространения свинца

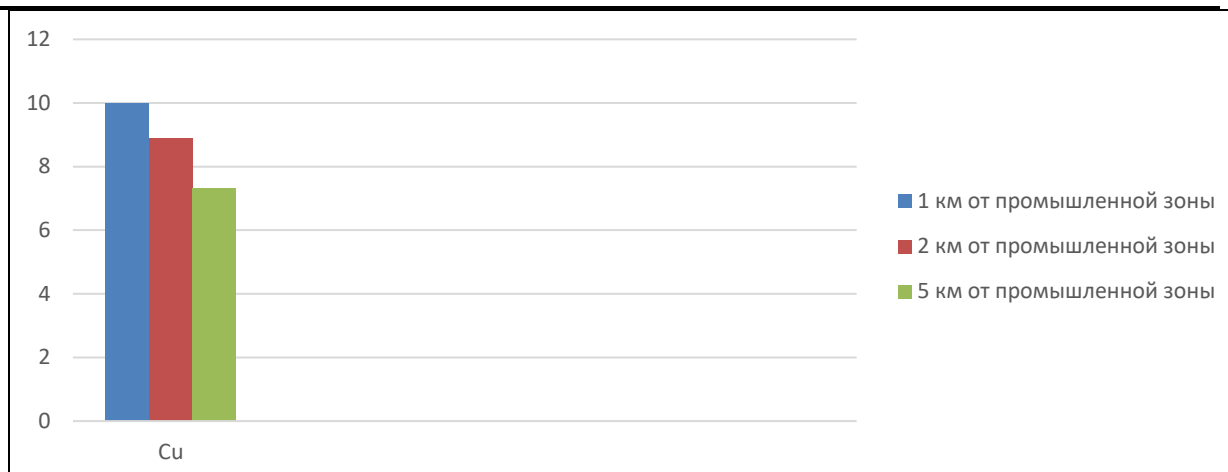


Рис 3. Диаграмма распространения меди

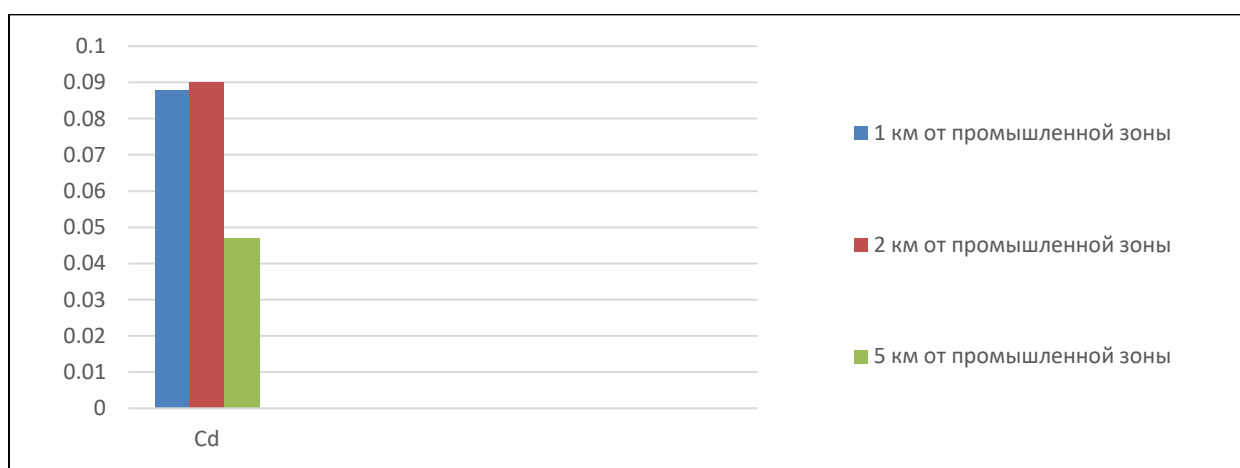


Рис 4. Диаграмма распространения кадмия

Как видно из диаграмм, металлы указанные на рисунках 1-4 расположены в порядке убывания. Среди металлов содержание Zn самое высокое-76-47 г/т; Pb 29-18 г/т; Cu 10-7,3 г/т; можно наблюдать, что Cd составляет 0,088-0,048 г/т.

#### Вывод

Почва с территории промышленной зоны была проанализирована в масс-спектрометрии (ICP-MS). Как видно из рисунка 1, Металл цинк был в наибольших количествах и его содержание в почве составляло 76 г/т, взятой с расстояния 1 км от зоны, 62 г/т на расстоянии 2 км от зоны и 47 г/т на расстоянии 5 км от зоны. Также, в наименьших количествах был металл кадмий, содержание которого в почве, взятой с расстояния 1 км от зоны, составляло 0,088 г/т, на расстоянии 2 км содержание кадмия превышало количество в почве, взятое с расстояния 1 км, т. е. 0,09 г/т, на расстоянии 5 км-0,048 г/т. Количество тяжелых металлов в почве в основном уменьшалось по мере удаления от промышленной зоны. По мере приближения к зоне количество тяжелых металлов увеличивается, потому что заводы, расположенные в промышленной зоне Фергане, являются основным источником.

**Библиографические источники:**

1. Бингам, Ф. Т., Коста, М., & Эйхенбергер, Э. (1993). Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. *М.: Медицина*. 368с.
2. Spivey, M. R. (1980). Micronutrient Interactions: Vitamins, Minerals, and Hazardous Elements. *Ann. NY Acad. Sci.*355p.
3. Underwood, E. J. (2012). *Trace elements in human and animal nutrition*. Elsevier. 545p.
4. Мур, Д. В., & Рамамурти, С. (1987). *Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: Пер. с англ.* мир.
5. Латушкина, Е. Н., & Сидоренко, С. Н. (2008). Эффективность использования природных ресурсов как основы комплексной системы управления качеством. *М.: РУДН.–2008.–320с.*
6. Роева, Н. Н., Ровинский, Ф. Я., & Кононов, Э. Я. (1996). Специфические особенности поведения тяжелых металлов в различных природных средах. *Журнал аналитической химии*, 51(4), 384-397.
7. Madusmanova, N. K., & Smanova, Z. A. (2020). Sorption-Spectroscopic determination of cadmium ions. *International journal of advanced research in science, engineering and technology*, 7(1), 12621-12625.
8. Smanova, Z. A., Nosirov, N. I., Mirzaxmedov, R. M., & Mustafaev, B. N. (2020). Sorbtion-Photometric Determination of rhenium ion using Immobilized Organic Reagent. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 7(1), 668-672.