

Результаты анализа показали, что работа по механической прочности присадок в составе горючей смеси (измельченных гвоздей) угля разбивается и передается различными способами. Из-за небольшой механической прочности угля его легко перемалывать.

#### **Список использованных источников**

1. Юсупов Ф.М., Кўчаров А.А., Маманазаров М.М, Юсупов С.К.// Разработка технология обогащения марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2. // Интеграция науке, образования и производства-важнейший фактор в реализации инвестиционных проектов нефтегазовой отрасли 1-ноябр 2019 3836
2. Bienko W. Lubelski Wegiel «Bogdanka» S.A. – process engineering of the coal preparation plant / W. Bienko // Journal of Polish Mineral Engineering Society. December. – 2004. – Vol. 5. – № 2 (13). – Pp. 45 – 49.
3. . И.П. Курченко, Л.А. Морозова, Г.А. Мавренко, В.А. Спинеев, С.О. Федосеева. Исследование флотационной активности и экономической эффективности различных реагентов // Збагачення корисних копалин. Дніпропетровськ. – 2005. – вип. 21(62). - С. 47-55.

УДК 504.05

### **АТМОСФЕРНЫЕ ВЫПАДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ С ПОМОЩЬЮ МХОВ-БИОМОНИТОРОВ И НЕЙТРОННОГО АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА**

**Қабылова Айпара Серікқызы**

*aipara\_kabylova@bk.ru*

Магистрант 2 курса факультета естественных наук, специальности химия, ЕНУ им.

Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Н.М. Омарова

#### **Аннотация**

В работе приведены результаты оценки загрязнения окружающей среды следовыми элементами на основе анализа мхов-биомониторов, собранных в центральном Казахстане. Концентрации элементов определяли с помощью нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектроскопии в Объединенном институте ядерных исследований. В целом было определено 39 элементов, в том числе тяжелые металлы.

*Ключевые слова:* Биомониторы, тяжелые металлы, метод мхов-биомониторов, нейтронный активационный анализ, атомная абсорбционная спектроскопия.

#### **Введение**

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из основных проблем, стоящих перед человеком на протяжении нескольких десятилетий. Среди многочисленных веществ, поступающих в атмосферу в результате антропогенных действий, особое внимание уделяется тяжелым металлам. Возрастающее накопление тяжелых металлов может приводит к нарушению экологического баланса, а также ТМ могут вызвать серьезные заболевания у человека.

В настоящее время для биомониторинга атмосферного воздуха активно развивается метод мхов-биомониторов. В конце 1980-х годов была основана Международная кооперативная программа по изучению воздействия загрязнений воздуха на естественную растительность и сельскохозяйственные культуры (ICP Vegetation, формально ICP Crops) ICP Vegetation

принимают участие ученые 40 стран (Harmens et al., 2013b). Программа координируется Центром экологии и гидрологии (Centre for Ecology and Hydrology (СЕН)) в Бангоре (Великобритания) [1]. В 2014 году координация европейским одновременным сбором мхов перешла в Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна, Российская Федерация) [2].

**Цели:** определить содержания тяжелых металлов и других токсичных элементов на основе метода мхов биоиндикаторов, нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектрометрии, а также оценка радиационной ситуации в Карагандинской области.

## Методы исследования

### Пробоотбор.

В октябре 2018 года были собраны 38 образцов мхов на территории центрального Казахстана, где находятся 35 крупных горнодобывающих и перерабатывающих предприятий (Рис. 1-2) [3]. Были собраны 6 видов мхов *Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium salebrosum*, *Abietinella abietina*, *Homalothecium sericeum*, *Homalothecium philippeanum*, и *Homalia trichomanoides*. Пробоотбор осуществляли в соответствии с Инструкцией по пробоотбору Программы ООН по воздуху Европы [<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/get-involved/manuals/moss-survey>].

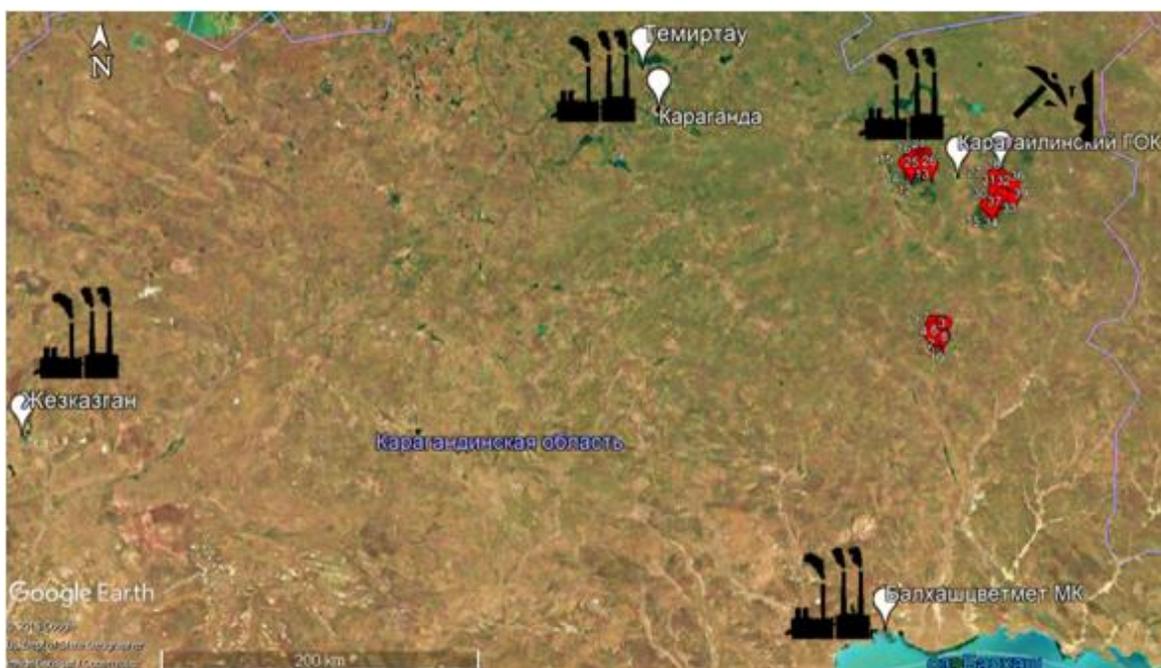


Рисунок 1 - Основная карта точек пробоотбора в Карагандинской области

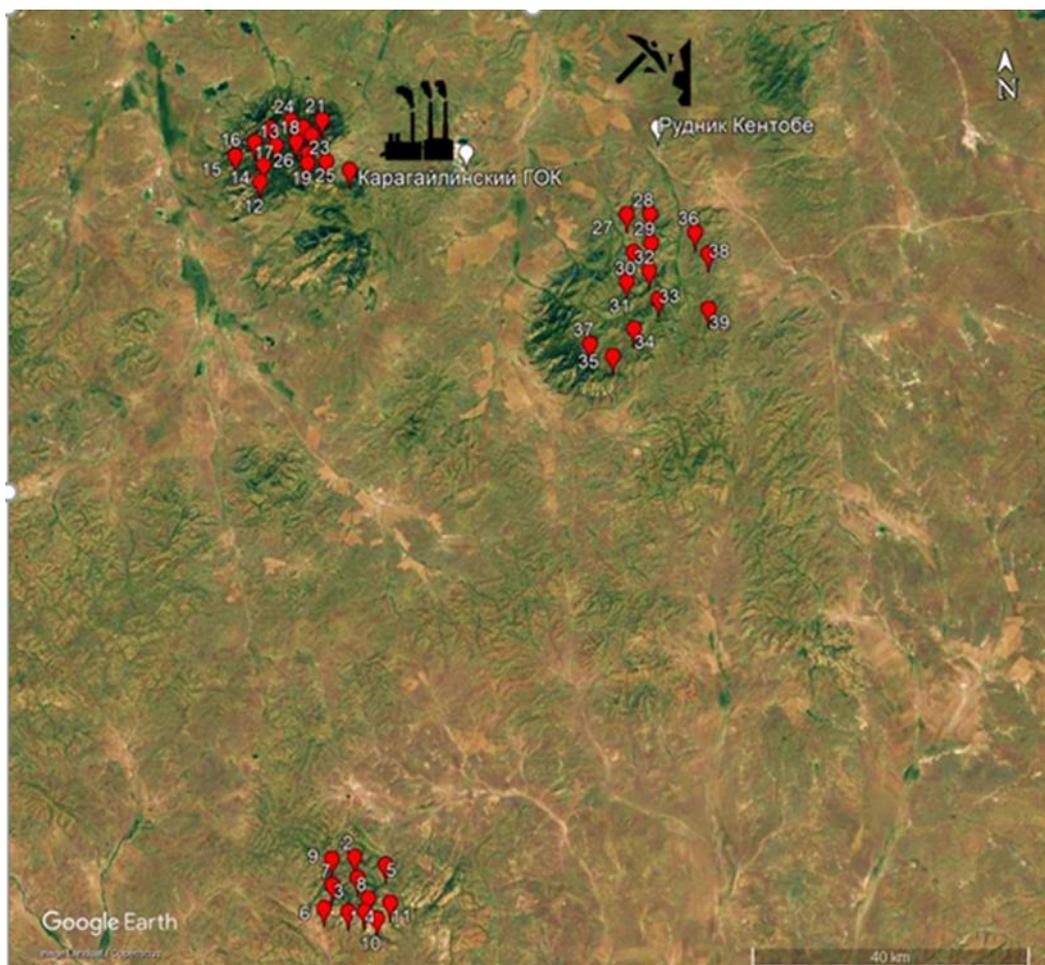


Рисунок 2 - Карта точек пробоотбора в Карагандинской области

**НАА.** *Нейтронный активационный анализ (НАА)* — это ядерный процесс, используемый для определения концентраций элементов в образце. Круг элементов, определяемых на ректоре ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ для растительности включает в себя Ag, Al, As, Au, B, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Cr, Cs, Cu, Dy, Eu, Fe, Ga, Hf, Hg, I, Ir, K, Li, Mg, Mn, Zn, Mo, Na, Ni, Rb, Sb, Se, Sn, Ta, Te, Th, W, V, U. При этом погрешность анализа в большинстве практических случаев составляет от 1 до 10 процентов, а предел обнаружения от сотен нанограмм до единиц пикограмм [4].

**ААС.** *Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС)* — распространённый в аналитической химии инструментальный метод количественного элементного анализа (современные методики атомно-абсорбционного определения позволяют определить содержание почти 70 элементов Периодической системы) по атомным спектрам поглощения (абсорбции) для определения содержания металлов в растворах их солей. ААС отличается высокой избирательностью, чувствительностью, экспрессностью [5]. С помощью данного метода в настоящем исследовании определялись Cu, Cd и Pb.

### Контроль качества

Калибровочные растворы для атомной абсорбции готовили из стандартного раствора 1 г/л (AAS standard solution; Merck, DE). Для калибровки нейтронно-активационного анализа использовались следующие сертифицированные стандарты Национального института стандартов и технологий (NIST, Gaithersburg, MD, USA): 1632c (NIST), 1633b (NIST), 1547(NIST). 1549 (NIST), 1633c (NIST), 2709 (NIST), и SL-1 (IAEA).

### Результаты

В целом 39 элемента (Na, Mg, Al, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, **Cu**, Zn, As, Br, Rb, Sr, Zr, **Cd**, Sb, I, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Tb, Tm, Hf, Ta, W, Au, **Pb**, Th и U) были определены с помощью нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектрометрии (отмечены жирным шрифтом).

Таблица 1 - Среднее, медиана, минимум, максимум значений 39 элементов, полученных с помощью НАА (36 элементов) и ААС (Cu, Cd, и Pb) мг/кг

Элемент	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум
<i>Na</i>	605,08	441,5	187	2060
<i>Mg</i>	2385,8	1835	1180	5850
<i>Al</i>	3227,8	2435	967	11600
<i>Cl</i>	412,1	124	56	2290
<i>K</i>	7003,4	5740	3330	18200
<i>Ca</i>	8010,5	6890	3970	15700
<i>Sc</i>	0,7	0,49	0,103	5
<i>Ti</i>	147,8	121,5	39	525
<i>V</i>	4,2	3,1	0,8	18
<i>Cr</i>	6,3	5,4	3,2	15,2
<i>Mn</i>	187,7	154	53	584
<i>Fe</i>	1732,1	1395	501	5050
<i>Co</i>	0,7	0,615	0,326	1,47

Продолжение таблицы 1

<i>Ni</i>	2,9	2,45	1,1	6,2
<i>Zn</i>	61,1	49	16,5	179
<i>As</i>	1,2	1,1	0,21	3,16
<i>Br</i>	9,4	5,45	1,5	48
<i>Rb</i>	12,8	10,05	4,95	38
<i>Sr</i>	39,1	31,25	18	93
<i>Zr</i>	11,8	7,95	2,3	55
<i>Sb</i>	0,2	0,198	0,042	0,78
<i>I</i>	2,7	1,615	0,63	30
<i>Cs</i>	1,1	0,313	0,083	12,2
<i>Ba</i>	124,0	114	10,7	305
<i>Sb</i>	0,2	0,198	0,042	0,78
<i>I</i>	2,7	1,615	0,63	30
<i>Cs</i>	1,1	0,313	0,083	12,2
<i>Ba</i>	124,0	114	10,7	305

<i>La</i>	5,5	2,25	0,74	55
<i>Ce</i>	5,8	3,655	0,96	27,6
<i>Nd</i>	6,0	2,5	0,15	49
<i>Sm</i>	1,4	0,45	0,115	12
<i>Tb</i>	0,4	0,076	0,02	3,46
<i>Tm</i>	0,4	0,060	0,005	4,500
<i>Hf</i>	0,2	0,15	0,07	0,88
<i>Ta</i>	0,1	0,033	0,010	0,287
<i>W</i>	0,5	0,315	0,083	3
<i>Au</i>	0,0	0,004	0,001	0,026
<i>Th</i>	0,9	0,4275	0,19	12
<i>U</i>	4,5	0,14	0,063	67
<i>Cu</i>	10,7	9,27	5,43	21,88
<i>Cd</i>	0,2	0,21	0,03	0,52
<i>Pb</i>	6,9	6,95	1,47	16,71

## Заключение

В данной работе на основе анализа мхов-биоиндикаторов методом НАА и ААС впервые получены результаты на содержания тяжелых металлов в центральной части Казахстана. Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ на импульсном быстром реакторе ИБР-2. В целом были определены 39 элементов с помощью этих методов. Проведенные исследования показывают значительную загрязненность ТМ окружающей среды промышленных регионов Карагандинской области. Основными загрязняющими элементами являются медь, цинк, железо, марганец и свинец. Высокие концентрации этих элементов представляют наибольшую опасность для здоровья человека. Это указывает на необходимость изучения миграции тяжелых металлов и регулярного проведения биомониторинга атмосферного воздуха.

## Список использованных источников

1. Harmens H, Mills G, Norris D, (2013) Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe. Bangor, UK, NERC/Centre for Ecology & Hydrology. Available at: <http://nora.nerc.ac.uk/502676/1/N502676CR.pdf>.
2. Наша наука. Тяжелые металлы. [интернет ресурс]. – 2017. – URL: <https://icpvegetation.ceh.ac.uk/our-science/heavy-metals>.
3. Конкабаева А.Е., Ишмуратова М.Ю. Оценка накопления тяжелых металлов в почве, воде и растениях промышленных регионов Карагандинской области (Монография). -Караганда, 2016. -С. 28-43.
4. Фронтасьева М.В. Нейтронный активационный анализ в науках о жизни. Физика элементарных частиц и атомного ядра, т. 42, вып. 2, 636-716.
5. С.Н. Чегринцев. Атомно-абсорбционный анализ // Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физико-химические методы анализа» для студентов IV курса, обучающихся по направлению 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики», издательство Томского политехнического университета, 2014. – 44 с.