

Швецова М.С.¹, Каманина И.З.^{1,2}, Зиньковская И.^{1,3}

**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
И СЛЕДОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ
КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА ТЕРРИТОРИИ ПАРКОВ МОСКВЫ**

¹ *Объединённый институт ядерных исследований, Россия*

² *Государственный университет «Дубна», Россия*

³ *Национальный институт исследований и разработок в области
физики и ядерной инженерии им. Хория Хулубей, Румыния*

mks@nf.jinr.ru

В настоящей работе были проанализированы атмосферные выпадения, растительность и почвенные образцы, отобранные на территории парков Москвы федерального и регионального значения. Элементный состав в образцах определяли методами нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектрометрии. Наибольшие значения коэффициента концентрации были получены для V, W, Sb, Cd, As, Pb, Mn (элементы 1, 2 3 классов опасности), а также для Sc, Ta, Th, Br, La, Al.

Парки в городской среде играют важную рекреационную роль, поэтому контроль за состоянием таких территорий имеет большое значение для поддержания здоровья населения [1]. Объектами исследования были выбраны парки Москвы (Национальный парк Лосиный остров, парк-усадьба Останкино, парк культуры и отдыха Сокольники, природно-исторический парк Кузьминки-Люблино, парк культуры и отдыха Измайлово, музей-заповедник Царицыно и мемориальный комплекс Парк Победы). Атмосферные выпадения были проанализированы с применением техники «мох в мешках» [2,3], отобраны образцы листьев и смешанные почвенные образцы с глубины 0-10см. Все образцы были отобраны на территории исследуемых парков на площадках с разной степенью антропогенного влияния. Элементный состав в образцах определяли методами нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектрометрии в Лаборатории

нейтронной физики им. И.М. Франка, Дубна, Россия.

Для всех исследуемых компонентов был рассчитан коэффициент концентрации (K_c). В качестве эталона для атмосферных выпадений использовали чистый образец мха, который не подвергался экспонированию, для растительности использовали значения в «условном растении» [4], для почв использовали кларковые и фоновые значения, представленные в работах [5,6].

$$K_c = K_{i(\text{проба})} / K_{i(\text{эталон})} \quad (1)$$

Уровни загрязнения для листьев и мха оценивался согласно градации, предложенной в работе [7]: отсутствие загрязнения ($K_c < 1$); минимальный (возможное загрязнение) $1 \leq K_c < 2$; низкий (слабый) $2 \leq K_c < 3,5$; средний (умеренный) $3,5 \leq K_c < 8$; высокий (сильный) $8 \leq K_c < 27$; очень высокий (чрезвычайно сильный) $K_c \geq 27$.

Для почв уровни загрязнения оценивали согласно классификации по шкале [8]: ($K_c < 1$ – низкое загрязнение; $1 \leq K_c < 3$ – умеренное; $3 \leq K_c < 6$ – значительное; $K_c \geq 6$ – очень высокое).

В образцах мха среди элементов, которые относятся к 1, 2 и 3 классу опасности был получен высокий уровень загрязнения для V и W и очень высокий уровень загрязнения Sb (рис.1).

На диаграммах далее принята следующая нумерация точек:

- 1-3 – Лосиный остров;
- 4-6 – Сокольники;
- 7-9 – Кузьминки-Люблино;
- 10-12 – Измайлово;
- 13-15 – Парк Победы;
- 16-18 – Царицыно;
- 19-21 – Останкино.

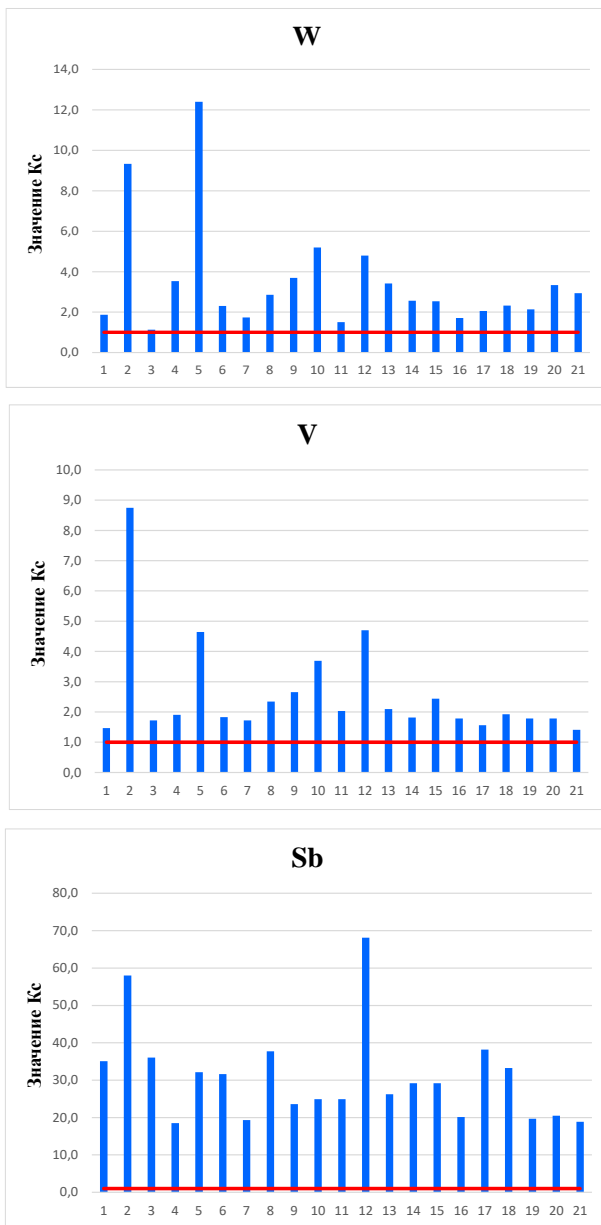


Рис.1. Значения коэффициентов концентрации вольфрама, ванадия и сурьмы в образцах мха на территории парков.

Высокий уровень загрязнения вольфрамом выявлен в парках Лосиный остров (т.№2) и Измайлово (Т. №5). Высокий уровень загрязнения ванадием выявлен в парке Лосиный остров (т.№2). На трех обследованных участках выявлен средний уровень загрязнения: Измайлово (т.№10, №12), Царицыно. (т.№5). По уровню загрязнения сурьмой обследованные территории соответствуют высокому и очень высокому уровню загрязнения.

Среди остальных элементов высокий уровень загрязнения был получен для Sc (в парке Лосиный остров) и Ta (в парке Измайлово) (рис.2).

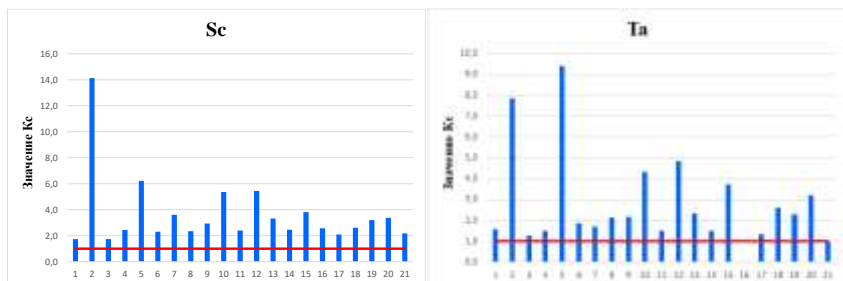


Рис.2. Значения коэффициентов концентрации скандия и тантала в образцах мха на территории парков.

В образцах листьев среди элементов, которые относятся к 1, 2 и 3 классу опасности был получен высокий уровень загрязнения для As, Pb, Cd и Mn и очень высокий для Sb (рис.3). Высокий уровень загрязнения мышьяком выявлен в Останкино, Измайлово, парке Лосиный остров. Высокий уровень загрязнения свинцом получен в Останкино, Измайлово, Парке Победы. В парке Лосиный остров выявлен очень высокий уровень загрязнения сурьмой. На территории парка Лосиный остров, парка Кузьминки-Люблино, парка Сокольники выявлено сильное загрязнение кадмием. К высокому уровню загрязнения марганцем относится Останкино, парка Лосиный остров и Измайлово.

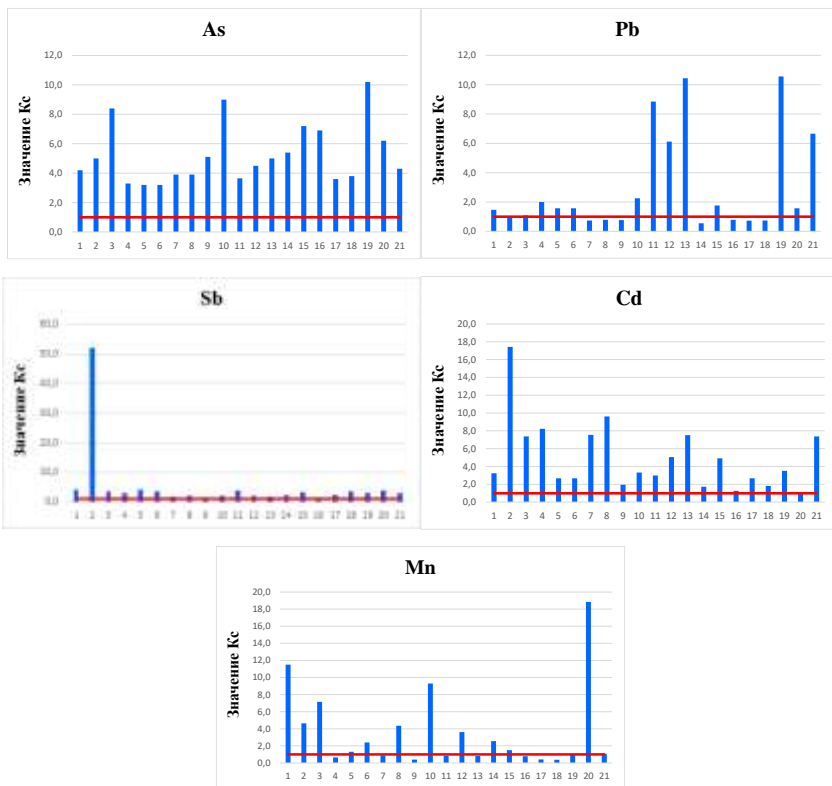


Рис.3 Значения коэффициентов концентрации мышьяка, свинца, сурьмы, кадмия, марганца в образцах листьев на территории парков.

Среди остальных элементов высокий уровень загрязнения получен для Ta, La, Th и Al (рис.4). Очень высокий уровень загрязнения танталом выявлен в Измайлово, высокий уровень выявлен во всех трех точках парка Останкино, в парках Лосиный остров, Сокольники, Измайлово и Царицыно. Высокой уровень загрязнения алюминием отмечается в трех точках парка Останкино, в двух точках парка Лосиный остров, в двух точках парка Сокольники и в парке Измайлово. В Парке Победы выявлен высокий уровень загрязнения лантаном. Высокий уровень загрязнения торием выявлен на

всех трех участках парков Сокольники, Останкино, Лосиный остров и Царицыно, а также в парках Измайлово, Кузьминки-Люблино и Парка Победы.

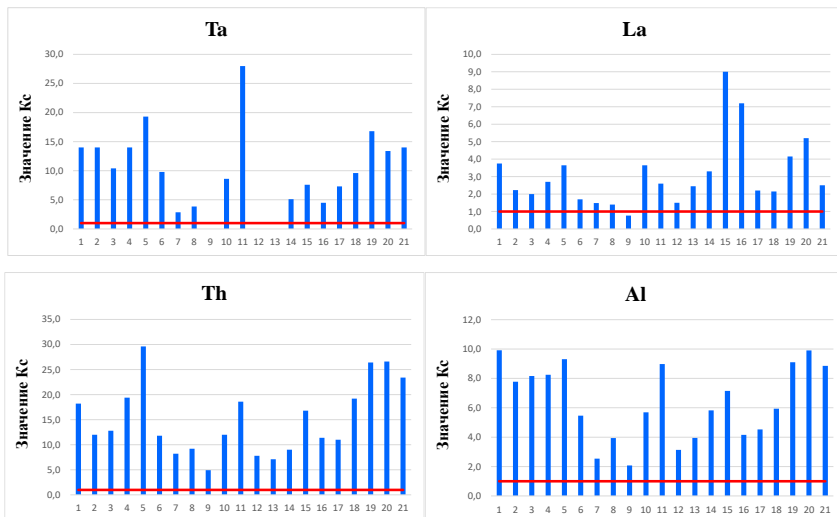


Рис.4. Значения Kc тантала, лантана, алюминия, тория в образцах листьев на территории парков

В образцах почвы среди элементов, которые относятся к 1, 2 и 3 классу опасности было получено сильное и очень сильное загрязнение Cd, Sb и W (рис. 6). Значительное загрязнение кадмием выявлено в парке Сокольники, умеренное загрязнение получено в парке Измайлово. Очень высокое загрязнение сурьмой получено в Сокольниках, Измайлово, в Парке Победы. Очень высокое загрязнение вольфрамом выявлено в парках Измайлово и Сокольники.

Среди остальных элементов высокий уровень загрязнения получен для Вг и Th (рис.6). Очень высокое загрязнение бромом выявлено в Царицыно. Значительное загрязнение торием выявлено на всех участках Парка Победы, Останкино, Измайлово, а также в парках Лосиный остров, Сокольники и Царицыно.

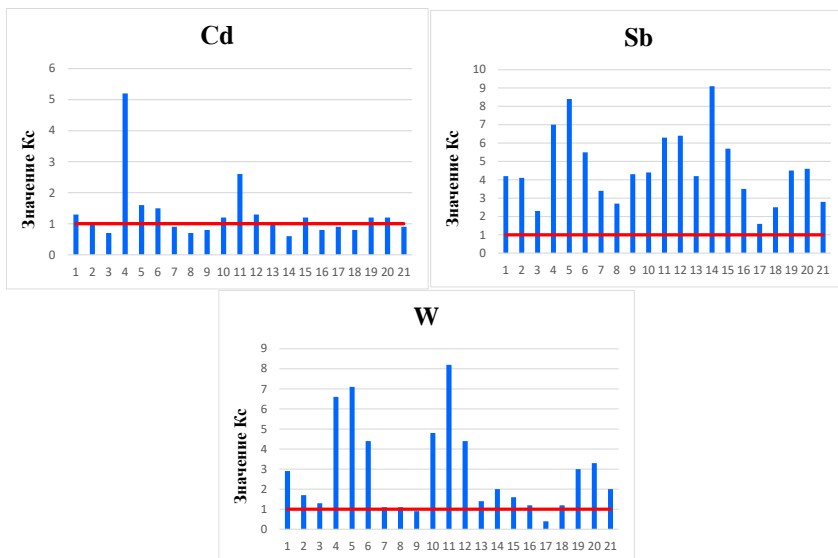


Рис.5 Значения Кс кадмия, сурьмы, вольфрама в образцах почвы на территории парков

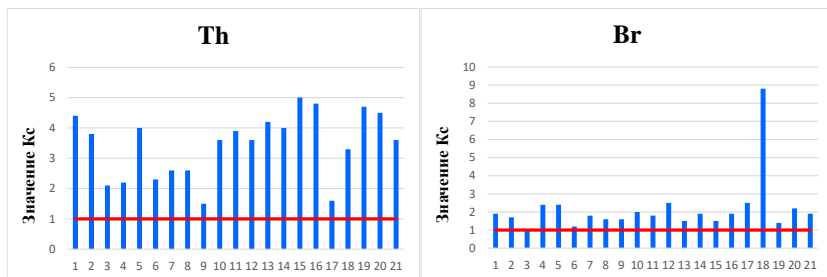


Рис.6 Значения Кс тория и брома в образцах почвы на территории парков

Источником Sb, Br, V, Pb, As, W, Mn и Cd может быть транспортная и промышленная деятельность. Скандий, La, Al и Th могут образовываться в результате повторного поступления в воздух почвы и дорожной пыли. Источником V являются отработанные газы бензиновых двигателей и выбросы теплостанций, мышьяк образуется в процессе сгорания ископаемого топлива [9].

Таким образом, результате исследования было определено содержание 41 элемента (Na, Mg, Al, Cl, Si, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Br, Rb, Sr, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Sm, Tb, Hf, Ta, W, Au, Th, Ce, Nd, Eu, Tm, Yb, U, Cu, Pb и Cd) среди которых элементы относящиеся к 1, 2 и 3 классу опасности, а также следовые элементы, технофильность которых в последние десятилетия значительно возросла, что связано с их использованием в новых технологиях и материалах, при производстве электроники и др.

Литература

1. Швецова М.С., Каманина И.З., Зиньковская И.И., Мададзада А.И., Нехорошков П.С. Изучение элементного состава древесных и кустарниковых растений на территории рекреационных зон Москвы // Экология урбанизированных территорий. 2021. № 3. Рр.39-50,
2. Aničić M., Tasić M., Frontasyeva M.V., Tomašević M., Rajšić S., Strelkova L.P, et al. Active biomonitoring with wet and dry moss: a case study in an urban area. // Environ Chem Lett. 2009. №7. P.55–60.
3. Rivera M., Zechmeister H., Medina-Ramón M., Basagaña X., Foraster M., Bouso L., Moreno T., Solanas P., Ramos R., Köllensperger G., Deltell A., Vizcaya D., Künzli N. Monitoring of heavy metal concentrations in home outdoor air using moss bags. //Environmental Pollution. 2011. Vol.159. P.954–962.
4. Markert B. Establishing of “Reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting // Water, soil and air pollution. 1992. Vol. 64. P. 533–538
5. Постановление Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. № 589-ПП "Об утверждении Методики оценки размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захламления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв"
6. Судницын И.И. Крупенина И.И., Фронтасьева М.В. и др. Химический состав почв г. Москва и г. Дубна //Агрохимия. 2009. №7. С. 66–70
7. Fernández J.A., Carballeira A. Evaluation of Contamination, by

Different Elements, in Terrestrial Mosses. // Arch Environ Contam Toxicol. 2000. №40. P.461–466.

8. *Nikolaidis, C., Zafiriadis, I., Mathioudakis, V., & Constantinidis, T.* Heavy Metal Pollution Associated with an Abandoned Lead–Zinc Mine in the Kirki Region. // NE Greece. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2010. №85(3). Pp. 307–312.

9. *Zinicovscaia I., Aničić Urošević M., Vergel K., Vieru E., Frontasyeva M., Povar I., Duca G.* Active moss biomonitoring of trace elements air pollution in Chisinau, Republic of Moldova. // Ecological Chemistry and Engineering S. 2018. Vol.25 (3). P.361–372.

Shvetsova M.S.^{1}, Kamanina I.Z.^{1,2}, Zinicovscaia I.^{1,3}*

**THE ECOLOGICO-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF
RECREATIONAL ZONES OF MOSCOW BASED ON THE
TOTAL POLLUTION INDICATOR (TPI)**

¹*Joint Institute for Nuclear Research, Russia*

²*State University “Dubna”, Russia*

³*Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear
Engineering, Romania.*

In the present study atmospheric deposition, vegetation and soil samples collected in the territory of Moscow parks of federal and regional significance were analyzed. The elemental composition in the samples was determined by neutron activation analysis and atomic absorption spectrometry. The highest values of the concentration factor were obtained for V, W, Sb, Cd, As, Pb, Mn (elements of hazard classes 1, 2 and 3), as well as for other elements Sc, Ta, Th, Br, La and Al.