

Швецова М.С.¹, Каманина И.З.^{1,2}, Зиньковская И.^{1,3}
**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН МОСКВЫ НА ОСНОВЕ
СУММАРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (Zc)**

¹ *Объединённый институт ядерных исследований, 141980,
Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6, Российская
Федерация*

² *Государственный университет «Дубна», 141982, Московская
обл., г. Дубна, ул. Университетская, д.19, Российская Федерация*

³ *Национальный институт исследований и разработок в области
физики и ядерной инженерии им. Хория Хулубей, Мэгуреле,
ул. Реактор 30, МГ-6, Румыния*

mks@nf.jinr.ru

В работе была произведена экологическая оценка наиболее популярных парков Москвы: Лосиный остров, Парк Победы, Останкино, Сокольники, Измайлово, Кузьминки-Люблино и Царицыно путем расчёта суммарного показателя загрязнения (Zc) для нескольких компонентов окружающей среды (почв, растительности, атмосферных выпадений). Содержание более 30 химических элементов в отобранных образцах определяли методами нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектроскопии. Допустимый уровень загрязнения по всем исследуемым компонентам был выявлен на территории парков Царицыно и Кузьминки-Люблино, высокий и средний уровни загрязнения установлены на территории парков Лосиный остров и Измайлово. На остальных территориях установлена разная степень загрязнения по одному или двум исследуемым компонентам.

Негативное воздействие процесса урбанизации, сопровождающегося ростом числа автотранспорта, развитием промышленности, приводит к увеличению негативного воздействия на различные компоненты окружающей среды (ОС), что в последствии отражается на здоровье населения [1,2]. Поэтому контроль за состоянием различных

компонентов ОС на территории городов является весьма актуальной задачей.

В России оценка степени загрязнения ОС производится в основном с применением эколого-геохимических подходов, путем расчета различных экологических показателей и коэффициентов [3,4].

Важность измерения концентрации токсичных и потенциально токсичных элементов определяется их способностью накапливаться в различных компонентах ОС и вызывать экологически обусловленные заболевания у населения [5]. Таким образом, мониторинг таких загрязнителей необходим для отслеживания их временного и пространственного распределения, а также для планирования мер по снижению их негативного воздействия.

В настоящей работе в качестве индикаторов экологического состояния ОС были рассмотрены три компонента (почва, растительность, атмосферные выпадения). На территории городов, изучение почвенного покрова предлагается проводить одновременно с анализом растущих на этих же территориях зеленых насаждений, что позволяет увидеть более полную картину загрязнения и определить возможные источники поступления [6]. Для анализа атмосферных выпадений использовали метод активного биомониторинга «мох в мешках». Более подробно результаты биомониторинга изложены в работе Швецовой М.С. [7].

Образцы почв и растительности были отобраны на территории парков Лосиный остров, Парк Победы, Останкино, Сокольники, Измайлово, Кузьминки-Люблино |и Царицыно в трех точках с разной антропогенной нагрузкой (рис.1). В местах отбора образцов проводили экспонирование мхов биомониторов в течение трех месяцев [7]. В отобранных образцах и экспонированных мхах определяли содержание токсичных и потенциально токсичных элементов методами

нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектрометрии.

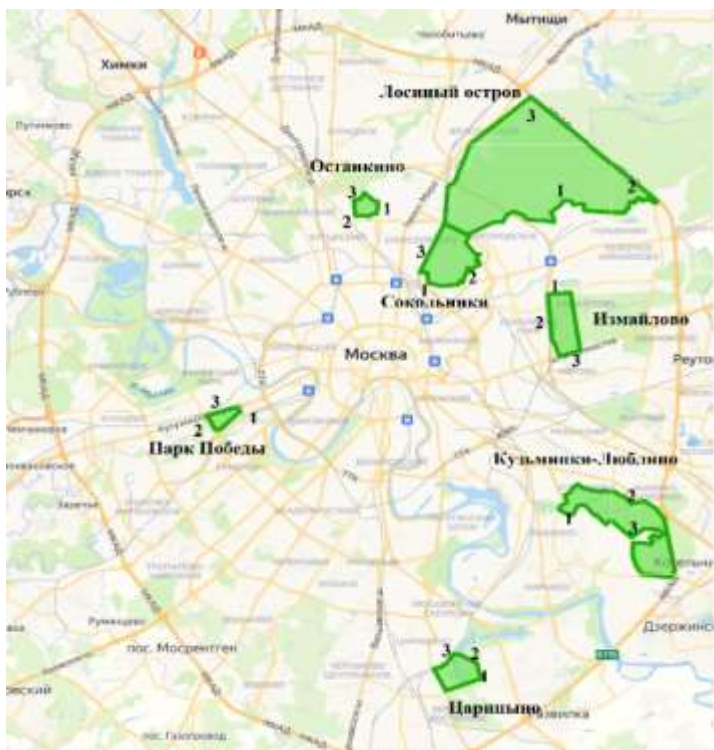


Рис. 1. Точки пробоотбора на территории парков

Для выявления накопления элементов в различных компонентах ОС был рассчитан коэффициент концентрации (K_c) по формуле 1:

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

где $K_{i(\text{проба})}$ – концентрация i элемента в пробе, а $K_{i(\text{эталон})}$ – концентрация i элемента в эталоне (в качестве эталона для мха были взяты концентрации в неэкспонированном мхе, для почвы кларковые и фоновые значения, для листьев концентрации в «reference plant» [8]).

Учитывая полиэлементный характер загрязнения был

использован суммарный показатель загрязнения Z_c , который рассчитывали по формуле 2:

$$Z_c (Z_c = \sum(Kc_i + \dots + Kc_n) - (n - 1)) \quad (2)$$

где учтены элементы со значением $K_c > 1$, Kc_i – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Суммарный показатель загрязнения для почв сопоставляли с установленными для почвенного покрова категориями загрязнения (табл.1). Полученные результаты Z_c для листьев и мха сравнивали с установленными категориями загрязнения для снежного покрова, предложенными в [4].

Таблица 1. Уровни загрязнения снежного и почвенного покровов по суммарному загрязнению (Z_c) тяжелыми металлами [4].

Уровень загрязнения	Значение Z_c для почв	Значение Z_c для снега
Низкий	8-16	32-64
Средний	16-32	64-128
Высокий	32-128	128-256
Очень высокий	>128	>256

Более чем в 50% обследованных почв $Z_c > 32$, что соответствует опасной категории загрязнения (т.1, т.2 Останкино, т.1. Лосиный остров, т.2. Сокольники, т.2, т.3 Измайлово, т.1 Царицыно, т.1, т.2 и т.3 Парка Победы). Максимальный показатель загрязнения ($Z_c=46$) отмечается в почвах парка Измайлово. Низкий уровень загрязнения выявлен в т. 3 парка Лосиный остров, т. 2 парка Царицыно, в т. 2 и 3 парка Кузьминки-Люблино. В остальных обследованных почвах выявлен средний уровень загрязнения.

Для образцов листьев, отобранных в конце вегетационного периода, также был рассчитан суммарный показатель загрязнения Z_c с учетом всех, определенных в образцах токсичных и потенциально токсичных элементов, для которых есть установленные концентрации в «условном растении» [8]. Средний уровень загрязнения выявлен в трех

точках парка Лосиный остров. Максимальный ($Z_c=124$) получен во второй точке парка, что очень близко к показателю высокого уровня загрязнения. На территории Парка Победы в т. 3 ($Z_c=77$), т. 1, 2 и 3 парка Останкино ($Z_c=100$), ($Z_c=109$) и ($Z_c=79$), соответственно, в т. 1 и 2 парка Сокольники, где ($Z_c=74$) и ($Z_c=87$), в т.2 парка Измайлово ($Z_c=92$). Низкий уровень загрязнения выявлен на территории парка Измайлово в т. 1 и 3, на территории Парка Победы в т. 1 и 2, в т. 3 парка Сокольники, а также во всех точках парков Царицыно и Кузьминки-Люблино.

Согласно суммарному показателю загрязнения Z_c , рассчитанному для образцов мха высокий уровень загрязнения отмечается в т. 2 парка Лосиный остров ($Z_c=149$) и в т.3 парка Царицыно ($Z_c=146$). Средний уровень загрязнения выявлен в т. 2 парка Измайлово ($Z_c=95$) и в т. 1 парка Царицыно ($Z_c=73$). Низкий уровень загрязнения отмечается в т. 1 и 3 парков Лосиный остров и Измайлово, в т. 2 парка Царицыно и во всех точках парков Кузьминки-Люблино, Сокольники, Останкино и Парк Победы.

По всем трем исследованным компонентам рекреационных зон Москвы (почва, листья, атмосферные выпадения) только в двух точках парка совпадают установленные уровни загрязнения (табл.2). Установленные уровни загрязнения, определенные для атмосферных выпадений и листьев совпадают в 10 обследованных точках (48%), в 8 точках (38%) уровень загрязнения полученный при использовании в качестве индикатора листьев выше, чем для мхов, и в 3 точках (14%) уровень загрязнения рассчитанный с использованием листьев ниже, чем для мхов. Установленные категории загрязнения, полученные при расчете Z_c для почв более чем в половине случаев (57%) относятся к более высокому уровню. В первую очередь это указывает на способность почвы аккумулировать загрязняющие вещества, а также более длительный период поступления загрязняющих веществ в почву.

Таблица 2. Уровни загрязнения рекреационных зон Москвы по суммарному показателю загрязнения для почв, листьев, атмосферных выпадений (мох)

компонент	1 точка	2 точка	3 точка
Останкино			
мох	36	53	56
листья	100	109	79
почва	34	36	26
Лосиный остров			
мох	49	149	49
листья	87	124	67
почва	36	29	11
Сокольники			
мох	42	45	32
листья	74	87	48
почва	32	41	19
Измайлово			
мох	58	95	47
листья	61	92	31
почва	29	46	34
Кузьминки-Люблино			
мох	51	49	63
листья	28	35	16
почва	18	10	10
Царицыно			
мох	73	40	146
листья	45	36	52
почва	36	10	31
Парк Победы			
мох	38	57	49
листья	44	38	77
почва	34	42	44

Кроме того, высокий уровень загрязнения почв при незначительном аэротехногенном поступлении может быть связан с поступлением токсикантов не воздушным путем.

Литература

1. *Ревич Б.А.* Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы // Медицина труда и промышленная экология, 2008. № 7. С. 29–35.
2. *Васильев Н.А.* Экология и заболеваемость органов дыхания // Медицина. Российский медицинский журнал. 1997. № 1. С. 13–14.
3. *Водяницкий Ю.Н.* Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. – 2008. 85с.
4. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г. N 5174-90 4
5. *Теплая Г.А.* Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. №1 (23). С. 182-192.
6. *Карбасникова Е.Б. Залывская О.С. Чухина О.В.* Содержание тяжелых металлов в почве и древесной растительности в условиях городской агломерации // «Лесной журнал». 2019. № 5, С.216-233
7. *Shvetsova M.S., Kamanina I.Z., Zinicovscaia I., Chaligava O., Nekhoroshkov P.S., Yushin N.S.* Active moss biomonitoring of airborne potentially toxic elements in recreational areas of Moscow // Environmental Monitoring and Assessment. 2024. doi.org/10.1007/s10661-023-12210-9
8. *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.

*M.S. Shvetsova*¹, *I.Z. Kamanina*^{1,2}, *I. Zinicovscaia*^{1,3}
**THE ECOLOGICO-GEOCHEMICAL ASSESSMENT
OF RECREATIONAL ZONES OF MOSCOW BASED
ON THE TOTAL POLLUTION INDICATOR (TPI)**

¹*Joint Institute for Nuclear Research, 6 Joliot-Curie Str., 1419890,
Dubna, Russia*

²*State University "Dubna", 19 Universitetskaya St., Dubna, 141980,
Russia*

³*Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear
Engineering, 30 Reactorului Str.MG-6, Bucharest-Magurele, Romania.*

The ecological state of the most popular parks in Moscow: Losiny Ostrov, Victory Park, Ostankino, Sokolniki, Izmailovo, Kuzminki-Lublino and Tsaritsyno was assessed by calculating the total pollution index (TPI) for several components (soils, vegetation, atmospheric air).

To assess the atmospheric deposition active biomonitoring using the "moss in bag" technique was performed. The content of more than 30 chemical elements in samples was determined by neutron activation analysis and atomic absorption spectrometry. The low level of pollution for all studied components was obtained on the territory of the Tsaritsyno and Kuzminki-Lublino; high and moderate levels of pollution were obtained on the territory of the Losiny Ostrov and Izmailovo. In the rest areas different degrees of pollution levels for one or two studied components were identified.